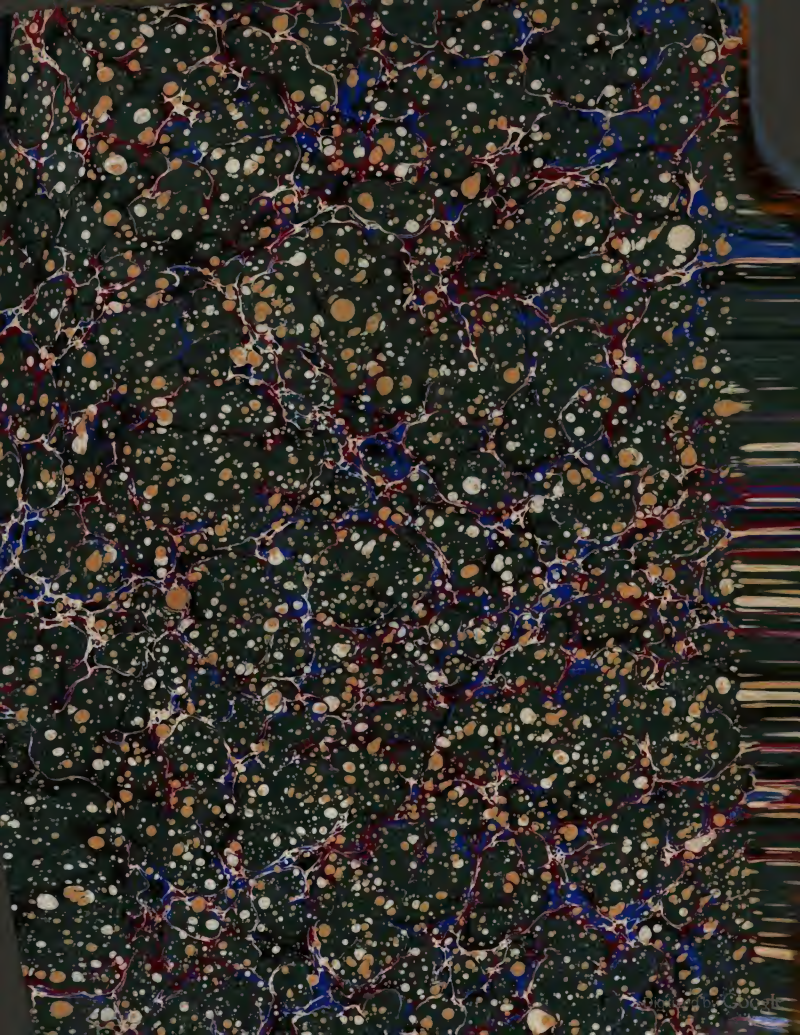
ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN





ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN.

HERAUSGEGEBEN

IM

MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN.

SCHRIFTLEITER:

OTTO SARRAZIN UND OSKAR HOSSFELD.

JAHRGANG XLVIII.

MIT LXIV TAFELN IN FOLIO UND VIELEN IN DEN TEXT EINGEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN.



BERLIN 1898.

VERLAG VON WILHELM ERNST & SOHN.

GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG.

WILHELMSTRASSE 90.



Inhalt des achtundvierzigsten Jahrgangs.

A. Landbau.

	Zeichnung Bl.-Nr.	Text Seite
Der Neubau der Reichsbank in Köln a. Rh., vom Landbauinspector Hasak in Berlin	1—4	1
Das Nepomuk-Denkmal vor der Kreuzkirche in Breslau, vom Regierungs-Baumeister Georg Büttner in Erfurt	6	19
Die Bücherei im Reichstagshause in Berlin, vom Regierungs-Baumeister P. Wittig in Berlin	7—9	21
Das neue Regierungs-Dienstgebäude in Osnabrück	17—19	169
Die Hauptfront des Rathhauses in Bocholt, vom Regierungs-Baumeister P. Lehmgrübner in Mühlhausen i. Th.	20	173
Die Königliche Kunstgewerbeschule in Nürnberg, vom Prof. Konradin Walther in Nürnberg	21—24	177
Das Goethe-Gymnasium in Frankfurt a. M., vom Stadt-Bauinspector Frobenius in Berlin	36—39	349
Die Holzarchitektur der Stadt Braunschweig, vom Regierungs- und Baurath H. Pfeifer in Braunschweig	40—42	375
Hessische Thurmhelme, vom Architekten Max Schmidt in Cassel	44	379
Vom Reichstagshause in Berlin	45, 55	381, 541

B. Wasser-, Schiff-, Maschinen-, Wege- und Eisenbahnbau.

	Zeichnung Bl.-Nr.	Text Seite
Der Rheinkrahnen in Andernach, vom Regierungs-Bauführer L. Schweitzer in Köln	5	13
Der Umbau der Elbingbrücke bei Elbing, vom Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector L. Dyressen in Dirschau	10	27
Der Bau des Kaiser Wilhelm-Canals, vom Geheimen Baurath Fülscher in Berlin (Fortsetzung folgt)	11—16, 27—32, 52—54 u. 66—69	41, 205, 441 u. 693
Ergebnisse der Probebelastungen an eisernen Wegebrücken des Dortmund-Ems-Canals, mitgetheilt vom Regierungs-Baumeister R. Roefsler in Pillau	—	81
Das Mittelwasser der Ostsee bei Kolbergermünde, vom Regierungs- und Baurath Anderson in Danzig	—	93
Betonbrücke mit Granitgelenken über die Eyach bei Imnau, vom Landesbaurath Max Leibbrand in Sigmaringen, mitgetheilt vom Ober-Ingenieur Alfred Gaedertz	26	187
Der Umbau der Bahnanlagen in Köln a. Rh., nach amtlichen Quellen bearbeitet vom Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Kiel in Köln	33—35, 49, 50 u. 65	281, 415 u. 671
Das Sommerhochwasser vom Juli bis August 1897 im Oderstromgebiet, im Bureau des Wasserausschusses bearbeitet durch Dr. Karl Fischer	—	307
Von der Tiberregulirung in Rom. Originalaufsatz vom Prof. Enrico Parboni in Rom, aus dem Italienischen übersetzt und ergänzt von Dr. Julius Groeschel in München	43	359
Der neue Hafen in Cuxhaven, vom Wasserbauinspector Hugo Lentz in Cuxhaven	46—48	383
Die Stauschleuse in der Bocholter Aa in Bocholt. Eine neue Ausführungsform von Wehren mit beweglichen Griesständern, vom Regierungs-Baumeister Jerike in Königsberg i. Pr.	51	427
Die Regulirung des Rheins zwischen Bingen und St. Goar, vom Wasserbauinspector Unger in Bingerbrück	61, 62	629
Modellversuche über den Einflufs der Form und Gröfse des Canalquerschnittes auf den Schiffswiderstand, vom Geheimen Hofrath Prof. Engels in Dresden	63, 64	655

C. Kunstgeschichte und Archäologie.

	Zeichnung Bl.-Nr.	Text Seite
Der Rheinkrahnen in Andernach, vom Regierungs-Bauführer L. Schweitzer in Köln	5	13
Das Nepomuk-Denkmal vor der Kreuzkirche in Breslau, vom Regierungs-Baumeister Georg Büttner in Erfurt	6	19
Die Hauptfront des Rathhauses in Bocholt, vom Regierungs-Baumeister P. Lehmgrübner in Mühlhausen i. Th.	20	173
Die Küsterwohnung an der St. Florinskirche in Coblenz, vom Regierungs-Bauführer L. Schweitzer in Köln	25	185
Von der Tiberregulirung in Rom. Originalaufsatz vom Prof. Enrico Parboni in Rom, aus dem Italienischen übersetzt und ergänzt von Dr. Julius Groeschel in München	43	359
Die Holzarchitektur der Stadt Braunschweig, vom Regierungs- und Baurath H. Pfeifer in Braunschweig	40—42	375
Hessische Thurmhelme, vom Architekten Max Schmidt in Cassel	44	379
Die Denkmalpflege in Frankreich, vom Provincial-Conservator der Rheinprovinz, Prof. Dr. Paul Clemen in Bonn	—	489 u. 593
Die normannischen Königspaläste in Palermo, von Dr. Adolf Goldschmidt in Berlin	56—59	541
Der Düsseldorfer Schlofsplan des Grafen Matthaeus Alberti, vom Provincial-Conservator der Rheinprovinz, Prof. Dr. Paul Clemen in Bonn	60	589

D. Bauwissenschaftliche Abhandlungen.

	Zeichnung Bl.-Nr.	Text Seite
Ergebnisse der Probebelastungen an eisernen Wegebrücken des Dortmund-Ems-Canals, mitgetheilt vom Regierungs-Baumeister R. Roefsler in Pillau	—	81
Berechnung der Durchbiegung und der Nebenspannungen der Fachwerkträger, vom Baurath Adolf Francke in Charlottenburg	—	111
Modellversuche über den Einflufs der Form und Gröfse des Canalquerschnittes auf den Schiffswiderstand, vom Geheimen Hofrath Prof. Engels in Dresden	63, 64	655

E. Anderweitige Mittheilungen.

	Text Seite
Verzeichnifs der im preufsischen Staate und bei Behörden des deutschen Reiches angestellten Baubeamten (December 1897)	133
Verzeichnifs der Mitglieder der Akademie des Bauwesens in Berlin	165

Statistische Nachweisungen,

im Auftrage des Ministers der öffentlichen Arbeiten bearbeitet, betreffend:

	Seite
Bemerkenswerthe, in den Jahren 1891 bis 1895 im deutschen Reiche vollendete Bauten der Garnison-Bauverwaltung	1
Die im Jahre 1895 vollendeten Hochbauten der preufsischen Staats-Eisenbahnverwaltung	28
Die im Jahre 1896 unter Mitwirkung der Staats-Baubeamten vollendeten Hochbauten (Fortsetzung folgt)	59

Statistische Nachweisungen

über bemerkenswerthe, in den Jahren 1891 bis 1895 im deutschen Reiche vollendete Bauten der Garnison-Bauverwaltung.

Die hier mitgetheilten Garnisonbauten umfassen 25 Bauanlagen mit 146 Hauptgebäuden, 16 gröfseren Abtrittsgebäuden und 31 Nebenbaulichkeiten.

Ihrer Bestimmung gemäfs sind die Bauten in folgender Weise geordnet:

I.	Casernen-Anlagen	Nr. 1 bis 12,
II.	Wagenhäuser und Traindepots	Nr. 13 bis 15,
III.	Lazarethe	Nr. 16 bis 18,
IV.	Bekleidungsämter	Nr. 19,
V.	Proviantamts-Bauten	Nr. 20 bis 25.

Zur Bezeichnung der einzelnen Räume in den Grundrissen und Beischriften dienen nachstehende Abkürzungen. Es bedeutet:

a = Arrestzelle,
ab = Abtritt,
af = Aufzug,
akr = Ansteckend kranke Pferde,
al = Ablegeraum, Aus- u. Ankleideraum, Garderobe,
an = Aufnahmezimmer,
ar = Anrichteraum,
atw = Arztwohnung,
az = Arbeits-, Amtszimmer, Bureau,
b = Bibliothek,
ba = Badeanstalt, Bad,
bb = Bataillons-Bureau,
bd = Bandagen, Verbandzeug,
bg = Bügelofen,
bh = Beschlaghalle,
bk = Backofen, Backraum,
bka = Bataillons-Kammer,
bkr = Bäcker,
bl = Billard-Zimmer,
bm = Büchsenmacherei (Werkstatt und Waffenkammer),
bn = Bansen,
br = Brennmaterial,
brk = Brodkammer, Brodmagazin,
bs = Beschlagschmiede,
bt = Betsaal,
bu = Bursche,
bw = Büchsenmacher-Wohnung,
bx = Box, Laufstand,
bz = Berathungszimmer,
c = Cantine, Marketenderei,
ca = Casse,
ch = Chefarzt,
cka = Compagnie-Kammer,
cw = Casernenwärter-Wohnung,
d = Dispensiranstalt,
de = Desinfectionsraum,
df = Durchfahrt,
dpw = Depotofficier-Wohnung,
ek = Eisenkammer,
f = Flur, Gang, Corridor,
fd = Feldwebel, Vicefeldwebel (bezw. Wachtmeister, Vicewachtmeister),
fg = Feuerlöschgeräthe, Feuerspritze,
fl = Flickstube,
fn = Fähnrichstube,
fw = Feldwebel-, Vicefeldwebel- (bezw. Wachtmeister-, Vicewachtmeister-) Wohnung,
fz = Fahrzeuge,
g = Gesinde-, Mädchenstube,
ge = Geräthe,
gk = Geschirrkammer,
gkr = Gaskraftmaschine,
gm = Gasmesser,
gz = Geschäftszimmer,
h = Hof,
hd = Handwerker,
hg = Heizgang,
it = Instrumente,
iw = Inspector-Wohnung,
k = Küche,
ka = Kammer, Montirungs-Kammer,
ke = Kellerraum,
kh = Kesselhaus,
kl = Klassen-, Schulzimmer,
kö = Köchin,
kr = Krankensaal, Krankenstube,
lch = Lichthof,
ldka = Lederkammer,
lg = Lagerraum,
lh = Leichenhalle,
lk = Lazareth-Küche,
lkr = Leichtkranke Pferde,
lt = Lazarethgehülfen,
lz = Lesezimmer,
m = Mannschafts-Stube,
ma = Maschinenraum,
mk = Mannschafts-, Menage-Küche,
mr = Meister,
mrw = Meister-Wohnung,
ms = Mannschafts-Speisesaal,
mt = Maschinist,
mv = Mehlvorräthe, Mehlmagazin,
mw = Marketender-Wohnung,
mz = Musikzimmer, Musikbühne,
nz = Nebenzimmer,
o = Operationssaal,
ob = Obductionsraum,
of = Officier,
oiw = Oberinspector-Wohnung,
ok = Officier-Küche,
or = Ordonnanzen,
os = Officier-Speisesaal,
ov = Officier-Versammlungs-Zimmer (-Saal),
ow = Officiers-Wohnung,
öw = Oekonomen-Wohnung,
p = Pissoir,
pd = Pferdestall,
pkr = Packraum,
po = Polizei-Unterofficier,
pu = Putzraum,
q = Quartiermeister,
r = Rollkammer,
rb = Regiments-Bureau,
rd = Rendant,
rg = Registratur,
rka = Regiments-Kammer,
rkr = Revierkranke,
rs = Remise,
rtb = Reitbahn,
rw = Rofsarzt-Wohnung,
s = Speisekammer,
sch = Schuppen für Fahrzeuge, Geschütze usw.,
sg = Speisen-Ausgabe,
sk = Sattelkammer,
ska = Escadrons-Kammer,
sl = Saal, Salon,
slr = Schlosserei,
sm = Schuhmacher-Werkstatt,
snd = Schneider-Werkstatt,
sp = Speicher,
spk = Spülküche,
sr = Schreiber, Schreibstube,
srw = Schreiber-, Rechnungsführer-Wohnung,
ss = Speisesaal,
st = Stube,
stl = Sattlerei,
sw = Schirrmeister-Wohnung,
sz = Spielzimmer,
ta = Tagesraum,
tg = Telegraph,
tgr = Turngeräthe,
th = Treppenhaus,
tk = Theeküche,
tp = Telephon,
tr = Trockenraum, Trockenboden,
tsl = Tischlerei,
u = Unterofficier-Stube,
uk = Unterofficier-Küche,
us = Unterofficier-Speisesaal,
uw = Unterofficier-Wohnung,
v = Vorraum, Vorhalle, Vorzimmer,
vf = Verfügbar,
vkr = Verdächtig kranke Pferde,
vr = Vorräthe,
vs = Vorsteher,
vsw = Vorsteher-Wohnung,
w = Wohnung,
wa = Waschzimmer,
wch = Wachtstube,
wg = Wäsche-Ausgabe,
wk = Waschküche,
wka = Waffenkammer,
wm = Wäsche-Magazin, Leinenkammer,
wrk = Werkstatt,
ws = Wäsche, schmutzig,
wst = Wasserstand,
ww = Wärter-Wohnung,
wz = Wärterzimmer,
z = Zuschneider,
zb = Zahlmeister-Bureau,
zw = Zahlmeister- (Zahlmeister-Aspiranten-) Wohnung.

I. Casernen-

A. Casernen-Anlagen

a) Baracken-Caser-

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Nummer des Armee-Corps-Bezirkes	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe d. Geb. v. d. O.-K. d. Fundaments bis zu d. O.-K. d. Hauptgesimses	Höhen der einzelnen Geschosse			Zuschlag für d. ausgebaute Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7, 8 u. 10)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach	
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung
							qm	qm	m	m	m	m	cbm	cbm		ℳ	ℳ
1	Baracken-Cas. (4ten Halb-Bat.) Infant.-Reg. Markgraf Karl Nr. 60 in **Weißenburg**	XV	93	94	entw. v. Gabe, ausgef. v. Mebert *(Strafsburg)*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	179 (Mann)	130000	122879
	a) Mannschafts-Baracke Nr. I	—					688,0	8,0	4,36	—	i. M. 3,5	—	—	2992,8	90 (Mann)	—	—
	b) desgl. Nr. II	—			—	im wesentlichen wie vor.	638,3	8,0	4,19	—	i. M. 3,5	—	—	2668,1	89 (Mann)	—	—
	c) Stabsgebäude	—			—		156,0	—	4,33	—	i. M. 3,51	—	—	675,5	—	—	—
	d) Wirthschaftsgebäude	—					380,4	40,5	6,47	—	3,8	2,0	—	2461,2	—	—	—
	e) Kammergebäude	—			—		257,0	—	3,91	—	i. M. 3,37	—	—	1004,9	—	—	—
	f) Abtrittsgebäude	—			—		60,1	—	6,9	—	U = 2,7 E = 3,8	—	—	417,7	12 (Sitze)	—	—
	g) Nebenanlag.	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	h) Bauleit. f. d. ganze Anlage	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	desgl. d. Inf.-Reg. Nr. 136 in **Dieuze**	XV	94	95	Schirmacher *(Saarburg)*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	183 (Mann)	149475	136721
	a) Mannschafts-Baracke Nr. I	—				im wesentlichen wie Nr. 1a.	757,7 *663,7* *94,0*	94,0 — *94,0*	i. M. *4,4* *5,03*	2,30	i. M. 3,5 (3,8)	(1,9)	—	3674,2	90 (Mann)	—	—
	b) desgl. Nr. II	—			—	desgl.	757,7 *663,7* *94,0*	94,0 — *94,0*	— *4,25* *5,02*	2,30	i. M. 3,5 (3,8)	(1,9)	—	3574,6	93 (Mann)	—	—
	c) Kammergebäude	—			—	wie Nr. 1e.	257,0	—	4,1	—	i. M. 3,5	—	—	1053,7	rund 208 (qm nutzb. Bodenfläche)	—	—
	d) Büchsenmacherei u. Badeanstalt (Anbau an das Wirthschaftsgeb.)				—	bm, wka, v, ba, al.	83,3	—	3,8	—	i. M. 3,5	—	—	316,5	1 (Schmiedef.) 6 (Brausen)	—	—
	e) Abtrittsgebäude	—			—		50,6 *34,0* *16,6* —	37,8 *34,0* — *3,8*	— *5,6* *4,9* *2,0*	2,15	3,2	—	—	279,3	12 (Sitze)	—	—
	f) Nebenanlag.	—				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	g) Bauleit. f. d. ganze Anlage	—				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
															b) Massive (dauernde)		
3	Erweiterung d. Cas.-Anl. in **Charlottenburg**	G	92	93	entw. v. Kahl, ausgef. v. Wieczorek (R.-B. Haufsknecht) *(Berlin)*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	340 (Mann)	397400	424521
	a) Mannschaftsgebäude	—					1154,8 *313,5* *841,3*	1154,8 *313,5* *841,3*	— *20,7* *16,9*	3,0	E = 3,8 I = 3,8 II = 3,8 III = 3,6	2,0	—	20707,4	330 (Mann)	—	—

im K: mk, 2s, ms, kl, us, uk. c,
E: sieh die Abbild., — I = ca,
I = 10m, 4u, fd, rkr, ow, fw, cka,
II im wesentl. = I,
III = 2m, u, bka,
im D: 2pu.

14					15	16						17						18
Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 16 aufgeführten Kosten)					Bauleitung	Kosten der						Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
nach dem Anschlage	nach der Ausführung					Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung								
	im ganzen	für 1				im ganzen	für 100 cbm	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
		qm	cbm	Nutzeinheit														
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
Anlagen.																		
für Infanterie.																		
nes. Anlagen.																		
—	—	—	—	686,5	7912 (6,4 %)	—	—	—	—	—	—	—	Ziegel. Innenwände Ziegelfachw.	—	—	—	—	—
29 000 — (künstl. Gründung: Sandschüttung)	26 582 1 248	38,6	8,9	295,4	—	823 eiserne Can.-Oefen, bezw. Reg.-Füllöfen	28,3	—	—	—	—	Bruchsteine		Ziegelrohbau	Holzcement	verschalte Dachsparren	—	Wohnungen für 1 Officier und 1 verheiratheten Feldwebel.
27 000 — (wie vor)	24 242 1 166	38,0	9,1	272,4	—	779 wie vor	28,8	—	—	—	—	„	„	„	„	„	—	Wohnung für 1 verheiratheten Feldwebel.
7 700 — (wie vor)	6 734 160	43,2	10,0	—	—	208 eis. Regulir-Füllöfen	30,8	—	—	—	—	Beton	„	„	„	„	—	10 Revierkranke.
23 000	22 673	59,6	9,2	—	—	175 wie bei a	7,3	—	—	115,3	57,7	„	Ziegel, D. u. ein Th. d. Innenw. Ziegelfachw.	Ziegelrohbau, bezw. Ziegelfachwerk gefugt	Doppelpappdach	Balkendecken	Holz	—
9 200	8 511	33,1	8,5	—	—	—	—	—	—	—	—	„	wie bei a	Ziegelrohbau	„	wie bei a	—	—
8 000	7 529	125,3	18,2	627,4	—	41 1 eis. Ofen	11,2	—	—	—	—	„	Ziegel	„	Klehe-sche Patent-Metallplatten	U. gew., sonst sichtb. Dachverband	—	1 Tonnenwagen; Pissoir.
26 100 —	16 120 7 912	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	3241 ℳ 9366 „ 3513 „	f. Be- und Entwässerung, f. Befestigung und Pflaster, f. Verschiedenes.
—	—	—	—	747,1	12000 (8,8 %)	—	—	—	—	—	—	Beton, bezw. Bruchsteine	Ziegel, Innenwände meist Ziegelfachw.	—	—	K. Kleinesche Decken, s. Gipsdiel. zw. d. Sparren, bezw. Balkend.	—	—
40 500	37 522	49,5	10,2	416,9	—	eiserne Oefen (z. Th. alt)		—	—	42,6	42,6			Putzbau	Doppelpappd.		Holz	Wohnungen für 2 Officiere u. 1 verheirath. Feldwebel.
40 500	37 430	49,4	10,5	402,5	—	wie vor		—	—	42,6	42,6	„	„	„	„	„	„	Wie vor.
8 500	7 466	29,1	7,1	35,9	—	—	—	—	..	—	—	Beton	„	„	„	sichtb. Dachverband	—	Schmiedeeiserne Fenster. Fufsboden: Cementestrich auf Beton. — Wolpertsche Luftsauger.
6 000	5 887	70,7	18,6	—	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	„	Sparren verschalt	—	Badeanstalt Asphaltestrich. Badeeinrichtung (991 ℳ).
5 600	5 598	110,6	20,0	466,5	—	—	—	—	—	—	—	„	Ziegel	„	„	K. Kleinesche Decke, sonst sichtb. Dachverband	—	Gufseiserne Kothtrommel; Pissoir. Asphaltestrich.
36 375 12 000	30 818 12 000	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	1753 ℳ f. 48,5 m eisernes Gitter zwischen Ziegelpfeilern, 2408 „ f. 166,2 m Plankenzaun, 397 „ f. die Müllgrube, 19216 „ f. Einebnung u. Pflasterung, 5015 „ f. Entwässerung, 2029 „ f. Wasserzuleitung.							— —	— —
Casernen-Anlagen.																		
—	—	—	—	1248,6	56000 (13,2 %)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
250 000 (Anschlagskosten ausschl. der Kosten für Gas- u. Wasserleitung)	244 500	211,7	11,8	740,9	—	3400 eis. Regulir-Füllöfen, eis. Mantel- u. Kachelöfen	40,6	440	18,3	4350	435,0	Kalkbruchsteine	Ziegel	Putzbau, Hauptgesims Sandstein	Holzcement	K. u. Treppenhäuser gewölbt, sonst Balkendecken auf eis. Trägern	Granit auf eis. Trägern	Fufsboden im K. Cementestrich, in den Küchen, Fluren und Mannschaftsspeisesaal Thonfliesen. — Wohnungen für 2 Officiere und 3 verheirathete Feldwebel.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Nummer des Armee-Corps-Bezirkes	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe d. Geb. v. d. O.-K. d. Fundaments bis z. d. O.-K. d. Hauptgesimses	Höhen der einzelnen Geschosse			Zuschlag für d. ausgebaute Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7, 9 u. 10)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach	
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung
							qm	qm	m	m	m	m	cbm	cbm		ℳ	ℳ
	Cas.-Anl. in **Charlottenburg** (Fortsetzung)																
	b) Wohngebäude f. Verheirathete	—			—	I = 4 w. II = 4 w.	293,6	293,6	16,55	2,8	E = 3,5 I = 3,8 II = 3,8	2,0	—	4859,1	10 (Mann)	—	—
	c) Westl. Abtrittgebäude (Anbau)	—			—		134,9 80,8 45,7 8,4	89,2 80,8 — 8,4	— 7,2 4,45 4,86	2,2	5,0 (3,15)	—	—	825,9	30 (Sitze)	—	—
	d) Oestliches desgl. (Anbau)	—			—	1 Sitzreihe und p.	46,6 30,2 16,4	30,2 30,2 —	— 5,4 4,4	2,2	3,2	—	—	235,2	10 (Sitze)	—	—
	e) Nebenanlag.	—					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	f) Bauleit. f. d. ganze Anlage	—					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	Casernen-Anl. f. d. 4. Garde-Reg. zu Fufs in **Berlin-Moabit**	6	92	94	entw. im Kriegs-M., ausgef. v. Köhne u. Zeidler (R.-B. Szymański) *(Berlin)*	Grundrifs zu Nr. 4 a) Caserne Nr. 1. Lageplan sieh unten.	—	—	—	—		—	—	—	2039 (Mann)	3262773	2795106
	a) Caserne Nr. I	—				E: sieh d. obenstehende Abbild. I = 8m, u, fd, 2ow, 2sr. II = im wesentlichen = I.	945,6 *283,2* *249,9* *412,5*	945,6 *283,2* *249,9* *412,5*	— *19,92* *18,4* *15,6*	3,1	E = 3,8 I = 3,8 II = 3,8 (III = 3,6)	(1,0) (1,52)	100,0	16774,5	345 (Mann)	—	—
	b) desgl. Nr. II	—				im wesentlichen wie vor.	945,6 (Berechnung wie vor)	945,6	—	3,1	E = 3,8 I = 3,8 II = 3,8 (III = 3,8)	(1,0) (1,52)	100,0	16774,5	351 (Mann)	—	—
	c) desgl. Nr. III	—			—	desgl.	920,4 *283,2* *249,9* *387,3*	920,4 *283,2* *249,9* *387,2*	— *19,92* *18,4* *15,6*	3,1	E = 3,8 I = 3,8 II = 3,8 (III = 3,8)	(1,0) (1,52)	100,0	16381,4	329 (Mann)	—	—
	d) desgl. Nr. IV	—			—	desgl.	920,4 (Berechnung wie vor)	920,4	—	3,1	E = 3,8 I = 3,8 II = 3,8 (III = 3,8)	(1,0) (1,52)	100,0	16381,4	328 (Mann)	—	—
	e) desgl. Nr. V	—			—	desgl.	920,4 (desgl.)	920,4	—	3,1	E = 3,8 I = 3,8 II = 3,8 (III = 3,8)	(1,0) (1,52)	100,0	16381,4	329 (Mann)	—	—
	f) desgl. Nr. VI	—			—	desgl.	920,4 (desgl.)	920,4	—	3,1	E = 3,8 I = 3,8 II = 3,8 (III = 3,8)	(1,0) (1,52)	100,0	16381,4	328 (Mann)	—	—
	g) Wohngebäude für Verheirathete Nr. I	—			—	im wesentlichen wie Nr. II.	328,8	328,8	12,06	2,75	E = 3,8 I = 3,8	0,9	100,0	4056,2	5 (Mann)	—	—
	h) desgl. Nr. II	—			—	II = 4 w.	278,3	278,3	11,45	2,75	E = 3,8 I = 3,8	0,9	65,0	3251,5	8 (Mann)	—	—
	i) desgl. Nr. III	—			—	wie vor.	278,3	278,3	11,45	2,75	E = 3,8 I = 3,8	0,9	65,0	3251,5	8 (Mann)	—	—
	k) desgl. Nr. IV	—			—	desgl.	278,3	278,3	11,45	2,75	E = 3,8 I = 3,8	0,9	65,0	3251,5	8 (Mann)	—	—
	l) Wirthschaftsgebäude Nr. I	—			—	im wesentlichen wie Nr. II.	553,5	553,5	8,44	3,4	4,2	0,54	30,0	4701,6	—	—	—
	m) desgl. Nr. II	—			—	im K: ba, al, wk, c (2), mw.	553,5	553,5	8,44	3,4	4,2	0,54	30,0	4701,6	—	—	—
	n) desgl. Nr. III	—			—	wie vor.	553,5	553,5	8,74	3,4	4,2	0,54	30,0	4867,6	—	—	—

14					15	16						17						18
Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 16 aufgeführten Kosten)					Bauleitung	Kosten der						Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
nach dem Anschlage	nach der Ausführung					Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung								
	im ganzen	für 1				im ganzen	für 100 cbm	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
		qm	cbm	Nutzeinheit														
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
72 000 (wie bei a)	65 730	223,9	13,5	—	—	1740 Kachel- u. eis. Mantelöfen	117,6	80	20,0	920	54,1	Kalkbruchsteine	Ziegel	Putzbau, Hauptgesims Sandstein	Holzcement	K. u. Treppenhäuser gewölbt, sonst Balkend.	Granit freitragend	Fufsboden im K. Cementestrich. — Wohnungen für 1 Arzt, 9 verheirath. Unterofficiere und den Casernenwärter.
14 000	14 720	109,1	17,8	490,7	—	—	—	50	16,7	3400	97,1	„	„	Ziegelrohbau	Doppelpappdach	K. gew., sonst sichtb. Dachverb.	—	Wasserspülung; 3 Pissoirs.
5 000	5 221	112,0	22,2	522,1	—	—	—	—	—	1100	91,7	„	„	„	„	„	—	1 Pissoir, sonst wie vor.
56 400	38 350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				14 600 ℳ f. Wasserleitung aufserhalb der Gebäude und Canalisationsanlagen, 3940 „ f. 55,0 m Umwehrungsmauer mit eis. Thor, 6860 „ f. Einebnung, Befestigung u. Pflasterung. 12 950 „ f. Verschiedenes.
—	56 000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
—	—	—	—	1370,9	80966 (2,9 %)	—	—	—	—	—	—	—	—				—	—
233750	197876	209,3	11,8	573,6	—	2856 Kachel- u. eis. Oefen	—	579	20,0	298	29,8	Bruchsteine	Ziegel	Ziegelrohbau mit Verblendsteinen	Schiefer auf Schalung in engl. Weise	K., Treppenhäuser und (z. Th.) d. Flure gewölbt, sonst Balkendecken auf eis. Trägern	Haustein	Wohnungen für 2 Officiere, 1 Arzt und 2 verheirathete Feldwebel.
233750	198800	210,2	11,9	566,4	—	2689 wie vor	—	579	20,0	298	29,8	„	„	„	„	„	„	Wohnungen für 2 Officiere u. 2 verheirath. Feldwebel.
229250	195518	212,1	11,9	594,3	—	2917 desgl.	—	576	19,9	298	29,8	„	„	„	„	„	„	Wohnungen für 3 Officiere u. 2 verheirath. Feldwebel.
226750	194324	211,1	11,9	592,5	—	2689 desgl.	—	576	19,9	298	29,8	„	„	„	„	„	„	Wohnungen für 2 Officiere u. 2 verheirath. Feldwebel.
226750	197502	214,6	12,1	600,3	—	2857 desgl.	—	576	19,9	298	29,8	„	„	„	„	„	„	Wohnungen für 3 Officiere u. 2 verheirath. Feldwebel.
226750	196189	213,2	12,0	598,1	—	2689 desgl.	—	576	19,9	298	29,8	„	„	„	„	„	„	Wohnungen für 2 Officiere u. 2 verheirath. Feldwebel.
68 700	59 369	180,8	14,6	—	—	1311 Kachelöfen	—	364	40,4	196	49,0	„	„	„	„	K. u. Treppenhaus gewölbt, sonst Balkend.	„	Wohnungen für d. Casernen-Inspector und für 5 verheirathete Unterofficiere.
58 200	51 861	186,3	15,9	—	—	1309 wie vor	—	189	31,5	158	31,6	„	„	„	„	„	„	Wohnungen für 8 verheirathete Unterofficiere.
58 200	52 381	188,2	16,1	—	—	1309 wie vor	—	180	30,0	158	31,6	„	„	„	„	„	„	Wie vor.
58 000	52 240	187,7	16,1	—	—	1309 wie vor	—	180	30,0	158	31,6	„	„	„	„	„	„	desgl.
72 000	65 159	117,7	13,9	—	—	—	—	265	29,3	286	26,0	„	„	„	„	K. z. Th. gewölbt, sonst Balkendecken	Haustein, bezw. Holz	—
72 000	65 182	117,8	13,9	—	—	—	—	287	31,9	286	26,0	„	„	„	„	„	„	—
72 000	65 495	118,3	13,5	—	—	—	—	287	31,9	286	26,0	„	„	„	„	„	„	—

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Nummer des Armee-Corps-Bezirkes	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe d. Geb. v. d. O.-K. d. Fundaments bis z. d. O.-K. d. Hauptgesimses	Höhen der einzelnen Geschosse			Zuschlag für d. ausgebaute Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7, 8 u. 10)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach	
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung
							qm	qm	m	m	m	m	cbm	cbm		ℳ	ℳ
	Cas. 4. Garde-R. **Berlin-Moabit** (Fortsetzung)																
	o) Officier-Speiseanstalt	1 = Abort für hohe Herrschaften.					745,4 *745,4* —	862,7 *7·5,4* *117,3*	— *9,8* *3,45*	3,3	6,36	—	130,0	7839,5	—	—	—
	p) Wacht- und Stabsgebäude	—			—	1 = ca, I = 2 bb (4), sr.	230,5	212,5	11,14	2,5	E = 3,8 I = 3,8	0,92	15,0	2582,8	—	—	—
	q) Handwerkergebäude	—			—	I = 4 m, mrw, II = sud (7), z.	303,2	303,2	15,05	2,7	E = 3,8 I = 3,8 II = 3,8	0,85	65,0	4628,2	—	—	—
	r) Kammergebäude	I = 3 bka (5), II u. III im wesentlichen = I.					654,2	654,2	16,67	2,75	E = 3,5 I = 3,5 II = 3,5 III = 3,5	—	—	11036,4	1915 (qm nutzbare Bodenfläche)	—	—
	s) Exercierhaus	—			—	120,1 : 22,7 m i. L.	2920,9	—	6,51	—	rund 6,0	—	300,0	19315,1	—	—	—
	t) Feldfahrzeugschuppen	—			—	2 Abtheilungen mit 6, bezw. 7 Achsen.	888,0	—	4,21	—	3,68	—	—	3738,5	78 (Fahrzeuge)	—	—
	u) Officier-Pferdestall	—			—	Mittelbau mit 2 Kopfbauten, 2 Längsstandreihen.	404,0	—	6,16	—	4,16	1,54	60,0	2548,6	30 (Pferdestände)	—	—
	v) Büchsenmacherei	—			—		135,8	—	5,21	—	3,9	—	—	707,5	3 (Schmiedefeuer)	—	—
	w) Abtrittsgebäude Nr. I	—			—		104,3 *31,5* *44,8* *28,0*	76,3 *31,5* *44,8* —	— *5,38* *4,61* *3,91*	1,41 (2,18)	3,2	—	—	485,5	36 (Sitze)	—	—
	x) desgl. Nr. II	—			—	wie vor.	104,3	76,3 (Berechnung wie vor)	—	1,41 (2,18)	3,2	—	—	485,5	36 (Sitze)	—	—
	y) desgl. Nr. III (Halblatrine,	—			—	wie vor, jedoch nur die Hälfte.	60,0 *19,3* *26,7* *14,0*	46,0 *19,3* *26,7* —	— *5,38* *4,61* *4,79*	1,41 (2,19)	3,2	—	—	294,0	22 (Sitze)	—	—
	z) desgl. Nr. IV	—			—	desgl.	60,0 *19,3* *26,7* *14,0*	4,60 *3,19* *26,7* —	— *5,38* *4,61* *4,14*	1,41 (2,19)	3,2	—	—	284,9	22 (Sitze)	—	—
	z¹) Patronenhaus	—			—	5 Flure und 24 Abtheilungen.	187,1	—	3,61	—	2,7	—	—	712,9	—	—	—
	z²) 2tes Wachtgebäude	—			—	—	29,2	—	4,54	—	3,0	—	—	132,6	—	—	—
	z³) Nebenanlag.																
	z⁴) Entwurfbearbeitung u. Insgemein																
	z⁵) Nachtragsarbeiten																
	z⁶) Nebenkosten und Kassenvergütung																
	z⁷) Bauleit. f. d. ganze Anlage																

1 bis 6 = Caserne Nr. I bis VI,
7 „ 10 = Wohngebäude f. Verheirathete Nr. I bis IV,
11 „ 13 = Wirthschaftsgeb. Nr. I bis III,
14 = Officier-Speiseanstalt,
15 = Wacht- und Stabsgebäude,
16 = Handwerkergebäude,
17 = Kammergebäude,
18 = Exercierhaus,
19 = Feldfahrzeugschuppen,
20 = Officier-Pferdestall,
21 = Büchsenmacherei,
22 u. 23 = Abtrittsgebäude Nr. I u. II,
24 u. 25 = desgl. Nr. III u. IV,
26 = Patronenhaus,
27 = 2tes Wachtgebäude,
28 = Gelände des Domänen-Fiscus,
29 = Nachbargrundstücke,
30 = Casernem. d. 2. Garde-Ulanen-Reg.,
31 = Militärfiscal. Strafse, — 32 = Garten,
33 = Infanterie-Exercierplatz.

Lageplan der Casernenanlage für das 4. Garde-Regiment zu Fufs in Berlin.

14					15	16						17						18
Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschließl. der in Spalte 16 aufgeführten Kosten)					Bauleitung	Kosten der						Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
nach dem Anschlage	nach der Ausführung					Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung								
	im ganzen	für 1				im ganzen	für 100 cbm	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
		qm	cbm	Nutzeinheit														
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
135 000	122 663	164,6	15,6	—	—	— Kachelöfen	—	939	24,7	366	36,6	Bruchsteine	Ziegel	Ziegelrohbau, mit Verblendsteinen	Schiefer auf Schalung in engl. Weise	K. z. Th. gewölbt, sonst Balkendecken	Haustein, bezw. Holz	Wohnungen für 1 Officier und die Wirthschafterin.
44 000	39 501	171,4	15,3	—	—	476 eiserne	46,5 Oefen	286	71,5	65	32,5	„	„	„	„	K. gew., sonst Balkendecken	Haustein	—
66 000	59 507	196,2	12,9	—	—	978 wie	48,4 vor	—	—	—	—	„	„	„	„	K. u. Flure gewölbt, sonst Balkendecken	„	Wohnungen für 2 Handwerksmeister.
128 000	122 312	187,0	11,1	63,9	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	„	K. gew., sonst Balkend. auf eis. Träg. u. eis. Säul.	Haustein zwischen Wangenmauern	—
180 000	133 475	45,8	6,9	—	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	„	sichtb. Dachverb.	—	—
28 000	24 466	27,6	6,5	313,7	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	Holzcement	„	—	Hölzerner Dachstuhl auf Stielen.
44 000	35 291	98,9	13,8	1176,4	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	Schiefer a. Schal. in engl. Weise	gewölbt zwisch. eis. Träg. auf eis. Säulen	Haustein	Unter den 30 Pferdeständen befindet sich 1 Wasserstand und 1 Laufstand.
12 700	11 200	82,5	15,8	3733,3	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	Holzcement	verschalte Dachsparren	—	—
18 000	12 379	118,7	25,5	343,9	—	—	—	491	40,9	822	82,2	„	„	„	„	K. gew., s. sichtb. Dachverb.	—	Wasserspülung; 2 Pissoirs.
18 000	12 379	118,7	25,5	343,9	—	—	—	491	40,9	822	82,2	„	„	„	„	„	—	Wie vor.
10 500	7 501	125,0	25,6	341,0	—	—	—	479	68,4	451	90,2	„	„	„	„	„	—	Wasserspülung; 1 Pissoir
10 500	7 444	124,1	26,1	338,4	—	—	—	511	73,0	451	90,2	„	„	„	„	„	—	Wie vor.
11 460	8 594	45,9	12,1	—	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	„	sichtb. Dachverband	—	—
4 800	4 818	165,0	36,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
357 650	230 867	—	—	—	—	—	—	—	46921 ℳ f. 983 m eisern. Gitter zwischen Mauerpfeilern, 17008 „ f. 300 m Umwehrungsmauer, 9666 „ f. 323 m Grenzmauer, 8062 „ f. 508 m Plankenzaun, 1033 „ f. 32 m Abschlufszaun an d. Off.-Speiseanst., 2105 „ f. 9 Asch- und Müllgruben, 2624 „ f. 6 Granitwaschtröge, 1208 „ f. 1 Hoflatrine, 11 198 ℳ f. 81 284 qm Geländeregulirung, 37 501 „ f. Pflasterungen, 37 757 „ f. Gartenanlagen, 34 109 „ f. die Entwässerung, 12 179 „ f. die Wasserleitung } aufserhalb 7 902 „ f. die Gasleitung } der Geb. 1 326 „ f. 7 Röhrenbrunnen, 268 „ f. 1 Dunggrube.									
256 350	189 593	—	—	—	—	—	—	—										
—	29 306	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6 513	71 049	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
95 000	80 966	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

c) Handwerker-

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Nummer des Armee-Corps-Bezirkes	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe d. Geb. v. d. O.-K. d. Fundaments bis zu d. O.-K. d. Hauptgesimses	Höhen der einzelnen Geschosse			Zuschlag für d. ausgebaute Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7, 8 u. 10)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach	
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung
							qm	qm	m	m	m	m	cbm	cbm		ℳ	ℳ
5	Handw.-Cas. f. d. Bekleid.-Amt d. IV. Armee-Corps in **Magdeburg**	IV	93	94	entw. v. Schwenk, ausgef. v. Grell *(Magdeburg)*		im K: mk, s, wk, r, ba — k, wk, — E: sieh d. Abbild. — 1 = rkr, — I = 4m, fd, 2uw, sr, — II = 4m, u, 2uw, — im D: pu. ka.						—		93 *(Mann)*	131 120	111 273
	a) Caserne	—					449,1 *264,1* *183,3* *1,7*	449,1 *264,1* *183,3* *1,7*	— *18,12* *17,32* *14,52*	3,0	E = 3,8 I = 3,8 II = 3,8	3,3 (2,5)	—	7985,4	93 *(Mann)*	—	—
	b) Abtrittsgebäude	—			—	im wesentlichen wie Nr. 2e.	31,0 *11,1* *19,9*	11,1 *11,1* —	— *5,27* *4,2*	2,05	3,06	—	—	142,1	5 *(Sitze)*	—	—
	c) Nebenanlag.	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	d) Bauleit. f. d. ganze Anlage	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

B. Casernen-Anlagen

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
6	Casernen-Anl. f. 1 Escadron Cavallerie in **Goldap**	I	92	93	Reimer u. Lehnow *(Insterburg)*	I = 4 m, u, q, ow, uw, ov, rkr, II = 6 m, u, rw, uw, fl.					—	—	—	—	146 *(Mann)*	427 117	373 846
	a) Caserne	—			—		643,7	643,7	16,0	3,1	E = 3,5 I = 3,5 II = 3,8	1,5	100,0	10399,2	146 *(Mann)*	—	—
	b) Kammergebäude	—			—	1 = Handwagen, D = ka.	170,0	—	8,5	—	3,66	3,5	—	1445,0	8 *(Fahrzeuge usw.)* 155 *(qm Duinfläche der Kammer)*		—
	c) Pferdestall	—			—	3 Abth. u. Remontestall, durch Flure getrennt.	1661,0	—	8,15	—	5,15	2,1	—	13537,2	149 *(Pferdestände)*	—	—
	d) Reitbahn nebst Kühlstall	—			—	rtb = 37,9 : 17,9 m i. L.	832,8 *736,4* *96,4*	— — —	— *7,3* *4,8*	—	6,1	—	—	5838,4	—	—	—
	e) Krankenstall	—			—		90,8	—	6,85	—	4,06	2,2	—	622,0	4 *(Pferdestände)*	—	—
	f) Beschlagschmiede	—			—		86,9	—	5,37	—	4,50	—	—	466,7	1 *(Schmiedefeuer)*	—	—
	g) Abtrittsgebäude	—			—	im wesentlichen wie Nr. 1f.	74,6	—	6,78	—	U = 2,45 E = 3,33	—	—	505,8	10 *(Sitze)*	—	—
	h) Nebenanlag.	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	i) Bauleit. f. d. ganze Anlage	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	desgl. f. 2 Escadrons in **Insterburg**	I	90	93	Kentenich u. Lehnow (R.-B. Witzeck) *(Insterburg)*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	277 *(Mann)*	—	869 435
	a) Nördliche Caserne	—				im wesentlichen wie Nr. 6a.	718,5 *117,0* *263,3* *66,7* *262,1* *9,4*	183,7 *117,0* — *66,7* — —	— *14,97* *14,06* *12,75* *11,63* *5,11*	2,52 (2,72)	E = 3,82 I = 3,82 II = 3,78	0,95 (2,29)	—	9397,6	133 *(Mann)*	—	—
	b) Südliche Caserne	—			—	desgl.	655,4 *158,6* *158,6* *66,7* *262,1* *9,4*	225,3 *158,6* — *66,7* — —	— *14,96* *14,04* *12,76* *11,64* *5,11*	2,52 (2,72)	E = 3,82 I = 3,82 II = 3,78	0,92 (2,3)	—	8539,4	136 *(Mann)*	—	—
	c) Wohngeb. f. Verheirathete	—			—	I = iw, wm, fl, bw, 2 uw.	459,5 *450,2* *9,3*	450,2 *450,2* —	— *12,29* *11,39*	2,49	E = 3,8 I = 3,5	2,2	—	5638,9	8 *(Mann)*	—	—

14					15	16						17						18
Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 16 aufgeführten Kosten)					Bauleitung	Kosten der						Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
nach dem Anschlage	nach der Ausführung					Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung								
	im ganzen	für 1				im ganzen	für 100 cbm	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
		qm	cbm	Nutzeinheit														
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
Casernen.																		
—	—	—	—	1196,5	7916 (7,1%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
127 000	79 416	176,8	9,9	853,9	—	1773 eiserne und Kachelöfen	70,7	—	—	2311	128,4	Bruchsteine	Ziegel	Ziegelrohbau mit Verblendst.	Holzcement	K. gew., Treppenhäuser Wellbl., sonst Balkend auf eis. Träg.	Granit zwischen Wangenmauern bezw. freitragend	Fufsboden in K. und in den Fluren des E. Asphalt oder Thonplatten. Wohnungen f. 4 verh. Unterofficiere, d. Casernenwärter und den Marketender.
3 700	2 492	80,4	17,5	498,4	—	—	—	—	—	568	94,7	"	"	"	Doppelpappdach	K. gew., s. sichtb. Dachverb.	—	Asphaltestrich. Wasserspülung, Pissoir.
420 (im übrigen bei a enthalten)	21 449	—	—	—	—	—	—	—	—	3522 ℳ für 59 m Gartenmauer mit eisernem Gitter, 1350 „ für 2 Abschlüsse nach d. Strafse mit eis. Thoren, 1237 „ für 94 m Plankenzaun, 407 „ für 211 m Drahtzaun, 1668 „ für Wasserleitung, 149 „ für Gasleitung } aufserhalb der Gebäude,								2824 ℳ für Entwässerung, 2730 „ für Pflasterung und Bekiesung, 594 „ für 1 Brunnen mit eiserner Pumpe, 267 „ für die Asch- und Müllgrube, 6701 „ für Verschiedenes.
— (bei a u. b enthalten)	7 916	—	—	—	—	—	—	—	—									
für Cavallerie.																		
—	—	—	—	2560,6	22 185 (5,9%)	—	—	—	—	—	—	—	—		—		—	
160 000	132 272	205,5	12,7	906,0	—	6334 Kachelöfen	160,0	—	—	—	—	Feldsteine	Ziegel	Ziegelrohbau mit Verblend- und Formsteinen	Falzziegel	K. und Treppenhäuser gewölbt, sonst Balkend. auf eis. Trägern	Granit auf eis. Trägern	Verschiedene Räume im K., die Fluren des E. und Treppenpodeste haben Fliesenbelag. — Wohnungen für 1 Offic., 1 Rofsarzt, 3 verh. Unterofficiere, 1 Wachtmeister, d. Casernenwärter und d. Marketender.
13 800	11 441	67,3	7,9	—	—	—	—	—	—	—	—	"	"	Ziegelrohbau mit Verblendst.	Holzcement	Balkendecken	Holz	—
119 600	94 198	56,7	7,0	632,2	—	—	—	—	—	—	—	"	"	Ziegelrohbau	"	Remontestall gewölbt, sonst Balkend.	"	Fufsboden hochkant. Klinkerpflaster. Unter d. 149 Pferdeständen befinden sich 1 Wasserstand und 2 Laufstände.
32 000	31 553	37,9	5,4	—	—	—	—	—	—	—	—	"	"	"	Doppelpappdach	sichtbarer Dachverband	—	Polonceau-Binder.
7 700	6 600	72,7	10,6	1650,0	—	—	—	—	—	—	—	"	"	"	Holzcement	Balkend.	Holz	Im E. hochkantiges Klinkerpflaster.
5 800	5 245	60,4	11,2	—	—	—	—	—	—	—	—	"	"	"	Doppelpappdach	Balkend., bezw. sichtb. Dachv.	—	Schmiede wie vor. Beschlagraum Holzklotzpflaster.
10 200	9 010	120,8	17,8	901,0	—	—	—	—	—	—	—	"	"	"	Holzcement	U. gew., s. sichtb. Dachverb.	Granit	2 Tonnenwagen. Pissoir. Fufsboden Asphalt.
58 317	61 342	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9284 ℳ für 177 m Umwehrungsmauer, 4824 „ für 429 m Plankenzaun, 9067 „ für Einebnung und Bekiesung, 14131 „ für Pflasterungen, 21033 „ für Be- und Entwässerung (2 Röhren- und 1 Kesselbrunnen 8773 ℳ), 2983 „ für Verschiedenes.		
19 700	22 185	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
—	—	—	—	3138,8	40 654 (4,7%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—
—	104 848	146,0	11,2	788,3	—	3343 Kachel- und eiserne Oefen	94,0	—	—	—	—	Feldsteine	Ziegel	Ziegelrohbau	Holzcement	K. z. Th. u. Treppenhäuser gew., s. Balkend. auf eis. Trägern	Granit freitragend	Im K. Cementfufsboden, z. Th. Asphalt. — Wohnungen für 2 Officiere und 1 verheir. Wachtmeister.
—	94 459	144,1	11,1	694,6	—	2935 wie vor	91,5	—	—	—	—	"	"	"	"	"	"	Fufsboden wie vor. — Wohn. f. 1 Officier, 1 verh. Wachtmeister u. 1 Reg.-Schneider.
—	71 528	155,7	12,7	—	—	2202 Kachelöfen	159,0	—	—	—	—	"	"	"	"	"	"	Im K. Betonfufsboden z. Th. mit Asphalt. — Wohn. f. d. Cas.-Insp., Rofsarzt, Zahlmeister-Aspiranten, Büchsenmacher, Sattler, 4 verh. Unteroff. u. d. Cas.-W.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr	Bestimmung und Ort des Baues	Nummer des Armee-Corps-Bezirkes	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe d. Geb. v. d. O.-K. d. Fundaments bis z. d. O.-K. d. Hauptgesimses	Höhen der einzelnen Geschosse			Zuschlag für d. ausgebaute Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7, 8 u. 10)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach	
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung
							qm	qm	m	m	m	m	cbm	cbm		ℳ	ℳ
	Cas.-Anl. in **Insterburg** (Fortsetzung)																
	d) Wirthschaftsgebäude	—			—		801,0 *206,6* *206,6* *254,6* *133,2*	461,2 *206,6* — *254,6* —	— *9,05* *8,45* *8,2* *7,6*	2,48	3,82 (4,7)	2,65 (0,52)	—	6725,5	—	—	—
	e) Officier-Speiseanstalt	—			—	im K: öw, g, ok, s.	329,4 *329,4* —	392,1 *329,4* *62,7*	— *10,25* *3,18*	3,1	4,15	2,9	—	3575,7	—	—	—
	f) Pferdeställe	—				Die Ställe, im Zusammenhange mit der Reitbahn bilden ein Hufeisen.	2906,6 *1484,5* *869,6* *192,1* *360,4*	— — — — —	*i. M.* *6,83* *i. M.* *8,1* *8,6* *i. M.* *9,3*	—	i. M. 5,0	0,8 (2,98)	—	22186,7	251 *(Pferdestände)*	—	—
	g) Reitbahn	—			—	37,5 : 17,9 m i. L.	738,6	—	7,22	—	5,91	—	—	5332,7	—	—	—
	h) Krankenstall	—			—		136,2	—	6,78	—	3,8	2,36	—	923,4	7 *(Pferdestände)*	—	—
	i) Feldfahrzeugschuppen	—			—	E = fz (4 Achsen), 2 gk, links angebaut th, rechts th, gk. I u. II = ka.	507,6 *479,4* *28,2*	—	— *11,67* *10,65*	—	E = 3,6 I = 3,75 II = 3,03	—	37,5	5029,8	24 (Fahrzeuge) 930 (qm nutzb. Bodenfl. f. Kammern)	—	—
	k) Abtrittsgebäude	—			—	im wesentlichen wie Nr. 1f.	61,8	—	6,65	—	U = 2,7 E = 3,2	—	—	407,6	12 *(Sitze)*	—	—
	l) 2 Stallabtritte zusammen	—				—	25,8	—	5,5	—	U = 1,9 E = 2,9	—	—	139,2	4 (Sitze)	—	—
	m) Umbau d. Beschlagschmiede	—				E: Mittelbau und linker Flügel siehe die Abbildung, rechter Flügel = 5m, u, fw, sr, fl, ov, al, ow, I = 16m, u, 2fn, 2ow, atw, bn, 2fw, 2sr, 2fl, II im wesentl. = I, — III = 11m, 2fn, 2rw, — im D: 5pu.								—	—	—	—
	n) Nebenanlag.	—												—	—	—	—
	o) Baulest. f. d. ganze Anlage	—				Grundrifs zu Nr 8 a) Caserne.								—	—	—	—
8	Cas.-Anl. f. d. Braunschw. Husaren-Regt. Nr. 17 in **Braunschweig**	X	89	95	Atzert, Pasdach u. Koch (R.-B. Knoop u. Schmidt) *(Braunschw.)*	Lageplan sieh unten.	—	—	—	—		—	—	—	676 (Mann)	1302970	1270935
	a) Caserne	—	91	93	Pasdach (R.-B. Schmidt)	Grundrifs u. Beischrift sieh oben.	1852,4 *164,1* *946,9* *741,4*	164,1 *164,1* — —	— *19,05* *18,0* *16,85*	2,75	E = 3,8 I = 3,8 II = 3,8 III = 3,8	i. M. (3,55) (0,9)	100,0	32762,9	666 (Mann)	—	—
	b) Wohngebäude f. Verheirathete	—	91	93	"	I = 4 w, II = 4 w.	285,6	285,6	16,07	2,75	E = 3,8 I = 3,8 II = 3,6	2,30	—	4732,4	10 (Mann)	—	—
	c) Wirthschaftsgebäude	—	91	93	"	im wesentlichen wie Nr. 7d.	762,9 *328,7* *434,2*	762,9 *328,7* *434,2*	— *9,92* *8,82*	2,85	4,35 (4,1)	1,5 (2,85)	—	7090,8	—	—	—
	d) Kammer- u. Handwerker-Gebäude	—	91	93	"	I = 3 ka, mrw, snd, z, bg.	416,7 *255,1* *161,6*	— — —	— *12,58* *11,38*	—	E = 3,8 I = 3,8	3,4 (2,21)	—	548,2	—	—	—
	e) Anbau an d. Kammergebäude	—	92	93	"	sieh obenstehende Abbildung bei d (linker Theil).	83,8	83,8	12,67	2,75	E = 3,8 I = 3,8	2,2	—	1059,7	—	—	—
	f) Pferdestall Nr. III	—	89	90	entw. v. Atzert, ausgef. v. Pasdach (R.-B. Knoop)	im wesentlichen wie Nr. 7f; sieh Nr. 7 des Lageplans.	1552,3 *1425,6* *126,7*	— — —	— *6,3* *8,41*	—	4,30 (4,81)	0,8 (3,0)	—	10046,8	148 *(Pferdestände)*	—	—

14					15	16						17						18
Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 16 aufgeführten Kosten)					Bauleitung	Kosten der						Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
nach dem Anschlage	nach der Ausführung					Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung								
	im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Nutzeinheit		im ganzen	für 100 cbm	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
—	71 685	89,5	10,7	—	—	949 Kachel- u. eis. Oefen	102,7	—	—	—	—	Feldsteine	Ziegel	Ziegelrohbau	Holzcement	Koch-, Waschküche u. Baderaum gew., s. Balkend.	Holz	Sengkingscher Dampfkochherd (3280 ℳ); Badeeinrichtung (1720 ℳ).
—	45 725	138,6	12,8	—	—	1395 Kachelöfen	136,2	350	29,2	320	320,0	„	„	„	„	K. z. gröfst. Th. gew., sonst Balkend	„	Küche u. Flure Thonfliesen.
—	169006	58,1	7,6	673,3	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	„	Eckbaut. gew., s. Balkendecken auf eis. Trägern u. eis. Säulen	„	Unter den 251 Pferdeständen befinden sich 2 Wasser- u. 4 Laufstände. — Fufsboden hochkant. Klinkerpflaster. — Im D. Lehmestrich.
—	45 000	60,9	8,4	—	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	Schiefer	sichtb. Dachverb.	—	Eiserne Dachbinder und eis. Fenster.
—	9 132	67,0	9,9	1304,6	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	Holzcement	Balkendecken	Holz	Hochkant Klinkerpflaster. — Massive Wände zwischen den Ständen. 1 Laufstand.
—	39 461	77,7	6,7	—	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	„	Balkend auf Unterz. u. Stielen	„	Im E. Rundsteinpflaster, sonst Dielung. Uhrthürmchen.
—	9 143	149,2	22,4	761,9	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	Doppelpappdach	U. gew., s. sichtb. Dachv.	Granit	Asphaltfufsboden. 2 Tonnenwagen. Pissoir.
—	4 946	195,6	35,5	1236,5	—	—	—	—	—	—	—	„	U. Ziegel, E. Ziegel-, bezw. Bretterfachw.	gefugt, bezw. Bretterbekleid.	„	„	Holz	Je 1 Tonnenwagen, sonst wie vor.
—	9 927	—	—	—	—										—	—	—	—
—	153948	—	—	—	—	1532 ℳ f. d. Schuppen für Krümperwagen, 1220 „ f. 2 Dunggruben, 1361 „ f. 34 m Futtermauer, 85412 „ f. Einebnung, Bekiesung, Pflasterung usw., 9477 „ f. 4 Kesselbrunnen (zus. 70,5 m), 5556 „ f. 2 Röhrenbrunnen (zus. 114,5 m), 1618 ℳ f. Rohrleitungen, 25090 „ f. Entwässerung, 10892 „ f. 844 m Plankenzaun, 1030 „ f. die Umwehrungsmauer, 10760 „ f. Verschiedenes.											—	—
—	40 654	—	—	—	—												—	—
—	—	—	—	1880,1	99563 (7,8%)	—	—	—	—	—	—	—	—	Ziegelrohbau mit Verblendst., Gesimse Sandstein	—	K. u. Treppenhäuser gew., sonst Balkend. auf eis. Trägern	Granit zwischen Wangenmauern, Nebentr freitrag.	Fufsboden der Flure im E. und Treppenpodeste Fliesen. — Wohnungen für 5 Officiere, 1 Arzt, 2 Rofsärzte und 6 verheirath. Wachtmeister.
377 000	347 517	187,6	10,6	521,8	—	7212 gufseis. Cas.-Oefen, in d. Wohn. Kachelöfen	50,9	67	22,3	559	93,2	Kalkbruchsteine	Ziegel		Holzcement			
70 000	65 356	228,8	13,9	—	—	1650 Kachel- u. eis. Oefen	110,2	—	—	980	81,7	„	„	„	„	„	Granit freitrag.	Fufsboden wie vor. — Wohn. für den Cas.-Inspector und 10 verheirath. Unterofficiere.
86 000	74 920	98,2	10,6	—	—	636 gufseis. Cas.-Oefen, in d. Wohnst. Kachelöfen	39,4	—	—	450	112,5	„	„	„	„	K. gew., sonst Balkend.	Holz	Wohnungen f. den Casernenwärter u. den Marketender. Kocheinrichtung (4246 ℳ), Badeeinrichtung (1551 ℳ).
58 000	49 885	119,6	9,9	—	—	299 gufseis. Cas. Oefen	41,8	—	—	—	—	„	„	„	„	Balkend. auf eis. Träg. u. eis. Säul.	Holz, bezw. Granit freitrag.	—
—	16 775	200,2	15,8	—	—	287 Kachel- u. eis. Oefen	116,8	—	—	197	98,5	„	„	„	„	K. u. Treppenhaus gewölbt, sonst Balkend.	Sandst. freitrag. mit Eichenholzbelag	Wohnungen für 2 Handwerksmeister.
92 000	88 668	57,1	8,8	590,1	—	—	—	—	—	422	70,3	„	„	Ziegelrohbau, Fenstersohlbänke Sandstein	„	Eck- u. Vorbau gew., s. Balkend. auf eis. Träg. u. eis. Säul.	Holz	Klinkerpflaster. — Unter den 148 Pferdeständen befinden sich 2 Laufstände.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Nummer des Armee-Corps-Bezirkes	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe d. Geb. v. d. O.-K. d. Fundaments bis z. d. O.-K. d. Hauptgesimses	Höhen der einzelnen Geschosse			Zuschlag für d. ausgebaute Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7, 8 u. 10)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach	
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung
							qm	qm	m	m	m	m	cbm	cbm		ℳ	ℳ
	Cas.-Anl. in **Braunschweig** (Fortsetzung) g) Pferdestall Nr. IV	—	89	92	(R.-B. Knoop u. Schmidt) sonst wie bei f	im wesentlichen wie Nr. 7 f; sieh Nr. 8 des Lageplans.	1727,7 *126,7* *132,7* *76,3* *306,3* *1085,7*	— — — — — —	— *9,94* *8,64* *7,73* *6,93* *6,53*	—	4,90 (4,84)	0,8 (3,0)	—	12208,0	152 (Pferdestände)	—	—
	h) desgl. Nr. V	—	89	92	„	wie vor; sieh Nr. 9 des Lageplans.	1730,2 *126,7* *135,2* *1468,3*	— — — —	— *9,34* *8,34* *6,23*	—	4,90 (4,84)	0,6 (3,0)	—	11458,5	152 (wie vor)	—	—
	i) Reitbahn Nr. II	—	89	90	wie bei f	37,76 : 17,76 m i. L., sieh Nr. 11 des Lageplans.	723,4	—	6,8	—	6,3	—	—	4919,1	—	—	—
	k) desgl. Nr. III	—	91	92	Pasdach (R.-B. Schmidt)	77,16 : 17,64 m i. L., sieh Nr. 12 des Lageplans.	1671,7 *1453,8* *109,6* *108,3*	— — — —	— *7,08* *4,78* *9,57*	—	6,48 (4,16)	(4,0)	—	11853,2	—	—	—
	l) Krankenstall	—	91	93	entw. v. Atzert, sonst wie vor	im wesentlichen wie Nr. 7 h.	165,4	—	6,27	—	3,97	0,6	—	1037,1	10 (Pferdestände)	—	—
	m) Beschlagschmiede	—	92	93	„	1 = Raum für den Büchsenmacher.	286,5	—	5,7	—	5,0 (4,2)	(0,8)	—	1633,1	4 (Schmiedefeuer)	—	—
	n) Feldfahrzeugschuppen	—	92	93	„	15,6 : 10,0 m i. L., 3 Achsen, Abtritt mit 2 Sitzen angebaut.	181,0 *173,8* *7,2*	7,2 — *7,2*	— *5,55* *4,8*	1,58	4,2 (3,1)	—	70,0 (Dunggrube)	1069,2	12 (Fahrzeuge)	—	—
	o) 2 Abtrittsgeb. zusammen	—	92	93	Pasdach (R.-B. Schmidt)	im wesentlichen wie Nr. 4 w.	140,9 *135,3* *5,6*	140,9 *135,3* *5,6*	— *4,92* *3,17*	1,8	3,0	—	—	683,4	36 (Sitze)	—	—
	p) Nebenanlag.	—	90	93	„	—	—										
	q) Bauleit. f. d. ganze Anlage mit Ausnahme von g)	—			—												
9	Cas.-Anl. f. d. 2. Brandenb. Ulanen-Regt. Nr. 11 in **Saarburg i. L.**	XV	90	94	Andersen u. v. Fisenne (G.-B. Siburg)	Lageplan sieh unten.	—	—	—	—					723 (Mann)	2869000 (von a bis s¹ einschließlich)	2924966
	a) Caserne Nr. I, II u. III zusammen	—	92	93	v. Fisenne (G.-B. Siburg)	E: sieh die obenstehende Abbild., I = 8 m, 2 fd, 2 ow, II = 10 m, 2 q, 2 bd.	2442,6 *686,0* *654,5* *316,6* *785,5*	1002,6 *686,0* — *316,6* —	— *17,87 i. M.* *16,83* *16,64 i. M.* *15,6 i. M.*	3,0	E = 3,8 I = 3,8 II = 3,8	3,32 (2,00)	—	39796,1	704 (Mann)	—	—
	b) Wohngebäude f. Verheirathete	—	92	93	„	im wesentlichen wie Nr. 7 c.	590,8	590,8	17,5	3,0	E = 3,6 I = 3,6 II = 3,6	2,09	—	10339,0	19 (Mann)	—	—
	c) Wirthschaftsgebäude	—	92	93	„	im K: ba, al, wk, r.	784,7	784,7	9,35	3,0	4,5 (3,9)	1,7 (2,4)	—	7336,9	—	—	—
	d) Pferdestall Nr. I, IV u. V zusammen	—	92	93	„	im wesentlichen wie Nr. 7 f; sieh Nr. 6, 9 u. 10 des Lageplans.	5123,2 *1360,2* *3749,0* *14,0*	— — — —	*i. M. 8,5* *i. M. 6,4* *5,6*	—	5,0	0,8 (2,5)	—	35633,7	450 (Pferdestände)	—	—
	e) desgl. Nr. II u. III zusammen	—	92	93	„	wie vor; sieh Nr. 7 u. 8 des Lageplans.	3349,9 *1241,6* *2108,3*	— — —	*i. M. 9,0* *i. M. 7,3*	—	5,0	0,8 (2,5)	—	26565,0	301 (wie vor)	—	—
	f) Stall f. Krümperpferde u. Wasserstände	—	91	91	„	2 Abtheilungen, 2 Längsstandreihen.	347,9	—	8,5	—	5,0	2,5	—	2957,2	25 (wie vor, davon 5 Wasserst.)	—	—

Grundrifs zu Nr. 9 a) Caserne.

1 = Caserne,
2 = Wohngeb. f. Verheirathete,
3 = Wirthschaftsgebäude,
4 = Kammer- u. Handwerkergebäude,
5 bis 9 = Stall Nr. I bis V,
10 „ 12 = Reitbahn Nr. I bis III,
13 u. 14 = Krankenställe,
15 u. 16 = Beschlagschmieden,
17 = Feldfahrzeug-Schuppen,
18 = Abtrittsgebäude,
19 = Reitplatz,
20 = Fufsexercierplatz.

Lageplan des Husaren-Casernements in Braunschweig.

14					15	16						17						18
Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschließl. der in Spalte 16 aufgeführten Kosten)					Bauleitung	Kosten der Heizungsanlage		Kosten der Gasleitung		Kosten der Wasserleitung		Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
nach dem Anschlage	nach der Ausführung im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Nutzeinheit		im ganzen	für 100 cbm	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
124 200 —	113602 10011 (Bauleitung)	65,8	9,3	747,4	—	—	—	—	—	480	96,0	Kalkbruchsteine	Ziegel	Ziegelrohbau, Fenstersohlbänke Sandstein	Holzcement	Eck- u. Vorbau gew., s. Balkend. auf eis. Träg. u. eis. Säul.	Holz	4 Laufstände, 2 Wasserstände, sonst wie bei f. Z. Th. tiefe Fundamente (in Sp. 8 berücksichtigt).
106 200	104531	60,4	9,1	687,7	—	—	—	—	—	481	96,2	"	"	"	"	"	"	Wie vor.
26 000	25 497	35,2	5,2	—	—	—	—	—	—	—	—	"	"	"	Doppelpappdach	sichtb. Dachverb.	—	Polonceaubinder.
66 000	68 299	40,9	5,8	—	—	—	—	—	—	—	—	"	"	Verblendst., sonst wie vor	"	"	—	Wie vor.
12 100	10 794	65,3	10,4	1079,4	—	—	—	—	—	—	—	"	"	wie bei g	Holzcement	Balkendecken	—	Massive Wände zwischen den Ständen. Hochkant. Klinkerpflaster.
18 500	18 150	63,4	11,1	4537,5	—	110 eis. Regulir-Füllöfen	59,6	—	—	49,9	49,9	"	"	"	"	Mittelbau sichtb. Dachv., s. Balkend.	—	Schmiede Klinkerpflaster, Beschlagraum Holzpflaster.
9 600	8 024	44,3	7,5	608,7	—	—	—	—	—	203	101,5	"	"	Ziegelrohbau	Doppelpappdach	sichtb. Dachverb.	—	Dachbinder vereinigte Hänge- u. Sprengewerke. — Abtritt Wasserspülung.
27 400	17 347	123,1	25,4	481,9	—	215 Dauerbrand-Regulir-Füllöfen	148,1	—	—	3790	94,8	"	"	wie bei g	Cement-Randdachpfannen	K. gew., sonst sichtb. Dachverb	—	Fußboden Asphalt. Wasserspülung. 2 Pissoirs.
152 670	162007	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	41126 ℳ f. 557 m Umwehrungsmauer, 77907 " f. Einebnung, Pflasterung usw., 28087 " f. Entwässerung, 10401 " f. Wasserversorgung, 4486 " f. 2 Asch- und Müll-, 2 Dunggruben und 1 Stalllatrine.		
77 300	89 552	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
—	—	—	—	3210,1 (ausschl. d. Off.-Wohngeb. von q bis s¹)	186 219 (6,3 %)	—	—	—	—	—	—		—	—	—			
489 000	449665	184,1	11,3	638,6	—	6460 eis. Oefen	—	—	—	—	—	Bankette Beton, sonst Kalkbruchsteine	Ziegel	Ziegelrohbau mit Verblendsteinen	Holzcement	K., Treppenhäuser u. Treppenflure gewölbt, sonst Balkendecken auf eis. Trägern	Sandst. auf eis. Trägern mit Saargemünd. Platten	Fußboden im K. Cementestrich, in den Fluren des E. und in den Treppenhäusern Saargemünder Platten. Mannschaftsstuben in Nr. I und III Patent-Buchenholzfußboden, in Nr. II Eichenholz. Wohnungen für 5 Officiere, 1 Arzt und 4 verheirathete Wachtmeister.
124 000	134542	227,7	13,0	—	—	2622 eis. Oefen	—	—	—	—	—	"	"	"	"	"	Sandst. freitrag. mit Eichenholzbel.	Wohn. f. d. Cas.-Insp., den Zahlmeister, Casernenw. u. 19 verheirath. Unterofficiere.
101 000	79 403	101,2	10,8	—	—	—	—	—	—	278	139,0	"	"	"	"	K. gew., sonst Balkendecken	Sandst. mit Saargemünd. Platten	Fußb. d. K. Cementestrich, d. Badeanst., Waschk. u. d. größt. Th. d. E. Saarg. Platt. Wohn. f. d. Büchsenmacher u. d. Roßarzt. Menageherd (4669 ℳ) Badeeinr. (1643 ℳ)
365 000	386462	75,4	10,6	858,8	—	—	—	—	—	—	—	"	"	"	"	Balkendecken auf eis. Träg. u. eis. Säul.	Holz	Fußboden: Saargemünder Platten auf Beton. Gußeis. Krippen, Freßtische und Pilare, schmiedeeiserne Lattirbäume.
262 000 —	260893 12984 (tiefe Gründung, Pfeiler mit Bögen)	77,9	9,8	866,8	—	—	—	—	—	—	—	"	"	"	"	"	"	
32 200	32 129	92,4	10,9	1285,2	—	—	—	—	—	—	—	"	"	"	"	"	"	Wie vor.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Nummer des Armee-Corps-Bezirkes	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe d. Geb. v. d. O.-K. d. Fundaments bis z. d. O.-K. d. Hauptgesimses	Höhen der einzelnen Geschosse			Zuschlag für d. ausgebaute Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7, 8 u. 10)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach	
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung
							qm	qm	m	m	m	m	cbm	cbm		ℳ	ℳ
	Cas.-Anl. in **Saarburg i. L.** (Fortsetzung)																
	g) Krankenstall	—	92	93	v. Fisenne (G. B. Siburg)		302,4 *170,2* *132,2*	— — —	— *7,58* *6,73*	—	4,06	2,49 (1,61)	—	2179,8	20 (Pferdestände)	—	—
	h) Reitbahn Nr. I, II u. III zusammen nebst Kuhlstall an Nr. II	—	92	93	"	38,0 : 18,0 m i. L.; sieh Nr. 13, 14 u. 15 des Lageplans.	2333,9 *1504,6* *752,3* *77,0*	— — — —	— *7,15* *7,74* *5,8*	—	6,0	—	—	17027,8	—	—	—
	i) Beschlagschmiede	—	92	93	"		355,1	—	4,2	—	3,8	—	60,0	1551,4	5 (Schmiedefeuer)	—	—
	k) Feldfahrzeugschuppen	—			"	E = 2fz (je 2 Achsen) gk, im Anbau fg, 5 Scheibengelasse, Kleberaum	389,0	—	i. M. 4,5	—	3,8, (3,42)	—	—	1750,5	17 (Fahrzeuge)	—	—
	l) 2 Abtrittsgebäude zus.	—			"	im wesentlichen wie Nr. 2e.	122,5 *122,5* —	127,5 *122,5* *5,0*	— *5,62* *2,25*	2,5	3,0	—	—	699,7	36 (Sitze)	—	—
	m) 3 Stallabtritte zus.	—	91	91	"		31,5 *18,5* *13,0* —	19,9 *18,5* — *1,4*	— *5,45* *3,89* *2,4*	2,4	2,90	—	—	154,8	6 (Sitze)	—	—
	n) Officier-Speiseanstalt	—			—	im K: ok, s, or, wk, r, E: sieh die Abbildung, im D: ow, bu, öw, g, wm.	372,9 *324,3* *23,4* *11,3* *13,9* —	405,6 *324,3* *23,4* *11,3* *13,9* *32,7*	— *11,85* *8,25* *7,29* *8,33* *3,75*	3,6	E = 4,5 (7,21) 1 = 3,6	—	—	4356,5	—		
	o) Nebenanlag. f. d. Cas. u. d. Off.-Speiseanst. (a bis n)	—			—	—	—	—	—								
	p) Bauleitung für d. Cas.-Anl. (a bis o)	—			—	—	—	—	—								
	q) Generalsgebäude	—	91	92	Andersen und v. Fisenne	im wesentl. wie das Stabsgebäude.	558,4 *558,4* —	387,2 *369,4* *17,8*	— *11,34* *2,75*	3,0	E = 3,62 1 = 3,82	0,47	75,0	6455,2	—		
	r) Stabsgebäude	—	91	92	"	1 = E.	485,6 *485,6* —	388,5 *371,7* *16,8*	— *11,31* *3,23*	3,0	E = 3,82 1 = 3,82	0,47	50,0	5611,0	—	—	—
	s) Rittmeister-Gebäude Nr. I	—	91	92	"	1 = E.	387,2 *387,2* —	251,2 *251,2* *9,7*	— *11,34* *3,23*	3,0	E = 3,82 1 = 3,82	0,47	30,0	4452,2	—	—	—
	t) desgl. Nr. II	—	91	92	"	wie vor.	387,2 (Berechnung wie vor)	251,2	—	3,0	E = 3,82 1 = 3,82	0,47	30,0	4452,2	—	—	—
	u) Stallgebäude Nr. I f. d. Generalsgeb.	—	92	92	v. Fisenne		149,8 *77,1* *72,7*	— — —	— *7,08* *6,43*	—	4,06	1,9 (1,25)	—	1013,3	5 (Pferdestände)	—	—
	v) desgl. Nr. II	—	92	92	"	wie vor.	149,8 (Berechnung wie vor)	—	—	—	4,06	1,9 (1,25)	—	1013,3	5 (wie vor)	—	—
	w) desgl. Nr. IV f. d. Stabsgeb.	—	92	92	"	unter Fortfall von 1 bx u. rs wie vor; 2 Gebäude sind aneinander gebaut.	214,8 *105,5* *109,3*	— — —	— *6,83* *6,18*	—	4,06	1,9 (1,25)	—	1396,0	8 (wie vor)	—	—
	x) desgl. Nr. III f. d. Rittmst.-Geb. Nr. I		92	92	"	wie vor, jedoch 1 Pferdestand weniger.	187,5	—	6,7	—	4,08	1,51	—	1256,8	6 (wie vor)	—	—
	y) desgl. Nr. V f. d. Rittmst.-Geb. Nr. II		92	92	"	wie vor, jedoch 1 Pferdestand weniger.	191,4	—	6,7	—	4,08	1,51	—	1282,4	6 (wie vor)	—	—

Lageplan der Ulanen-Casernen-Anlage in Saarburg

14					15	16						17						18
Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 16 aufgeführten Kosten)					Bauleitung	Kosten der						Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
nach dem Anschlage	nach der Ausführung					Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung								
	im ganzen	für 1																
		qm	cbm	Nutzeinheit		im ganzen	für 100 cbm	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
25 500	27 201	90,0	12,5	1360,1	—	—	—	—	—	—	—	Bankette Beton, s. Kalkbruchsteine	Ziegel	Ziegelrohbau mit Verblendsteinen	Holzcement	Balkendecken	Holz	Fufsboden: Basaltlavaplatten, sonst wie vor. Die Stände der ansteckend und der verdächtig kranken Pferde haben massive Trennungswände.
105 000	108 513	46,5	6,4	—	—	—	—	1242	14,1	—	—	„	„	„	verzinkt. Wellbl.	sichtbares Dach	—	Bogenförmige eiserne Dachbinder.
—	5 840 (tiefe Gründung, Pfeiler mit Bögen)																	
—	6 035 (bauliche Verbind. bei Nr. II)																	
19 000	20 391	57,4	13,1	4078,2	—	45 eis. Oefen	—	—	—	—	—	„	„	„	Falzziegel, Beschlagr. Doppelpappd.	sichtbarer Dachverb.	—	Fufsboden meist Kalksteinpflaster. Die Schmieden haben seitliches Oberlicht in der hochgeführten Mittelwand.
17 000	13 451	34,6	7,7	791,2	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	Doppelpappdach	„	—	Fufsboden Kalksteinpflaster.
16 800	18 460	150,7	26,4	512,8	—	—	—	—	—	105	26,3	„	„	„	Hilg. verzinkte Pfannen	K. gew., sonst wie vor	—	Gufseiserne Kothtrommeln für pneumat. Entleerung. Je 1 Pissoir.
4 000	5 005	158,9	32,3	834,2	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	„	„	—	Grubenabtritte für pneumat. Entleerung. Je 1 Pissoir.
73 000	76 010	203,8	17,4	—	—	1994 Kachel- u. eis. Oefen	133,0	932	—	437	39,7	„	„	„	deutsch. Schiefer auf Schal., Plattf. Holzcement	K. u. Flur gewölbt, sonst Balkendecken	Holz	Fufsboden im K. Cementestrich, Saarg.-Platten oder Asphalt, im E. meist Eichenstabfufsboden. Wohnungen f. 1 Officier und den Oekonomen.
503 500	533 842	—	—						—									
115 000	150 040	—	—						—									
147 960	114 435	204,9	17,7	—	—	3036 Kachel- u. eis. Oefen	142,0	—	—	1534	306,8	Bankette Beton, s. Kalkbruchsteine	Ziegel	Ziegelrohbau mit Verblendsteinen	deutsch. Schiefer auf Schalung	K. gew., sonst Balkendecken	Holz	2 Dienstwohnungen.
123 760	101 123	208,2	18,0	—	—	2585 wie vor	142,0	—	—	1478	293,6	„	„	„	„	„	„	Wie vor.
92 250	83 746	216,3	18,8	—	—	2004 wie vor	126,4	—	—	887	295,6	„	„	„	„	„	„	„
92 250	81 540	210,6	18,3	—	—	2117 wie vor	133,5	—	—	847	282,3	„	„	„	„	„	„	„
46 800 (f. d. Mittelbauten; d. Flügelbauten sind bei den entsprechenden Hauptgebäuden veranschlagt)	16 761	111,9	16,5	—	—	38 eis. Oefen	—	—	—	—	—	„	Ziegel, D. Ziegelfachwerk	Ziegelrohbau mit Verblendst., bezw. Ziegelfachw. gefugt	„	Balkendecken	„	Fufsboden in den Ställen Kopfsteinpflaster, bezw. Basaltlavaplatten.
	16 655	111,2	16,4	—	—	38 wie vor	—	—	—	—	—	„	„	„	„	„	„	Wie vor.
	22 701	106,0	16,3	—	—	76 wie vor	—	—	—	—	—	„	„	„	„	„	„	„
	19 676	105,0	15,7	—	—	76 wie vor	—	—	—	—	—	„	„	„	„	„	„	„
	20 631	107,8	16,1	—	—	76 wie vor	—	—	—	—	—	„	„	„	„	„	„	„

1 bis 3 = Caserne Nr. I bis III,
4 = Wohngeb. f. Verheirathete,
5 = Wirthschafts-Gebäude,
6 bis 10 = Pferdestall Nr. I bis V,
11 = Stall f. Krümperpferde,
12 = Krankenstall,
13 bis 15 = Reitbahn Nr. I bis III,
16 = Beschlagschmiede,
17 = Feldfahrzeugschuppen,
18 = Abtrittsgebäude,
19 = Stallabtritt,
20 = Reitplatz,
21 = Exercierplatz,
22 = Wache,
23 = Reg.-Bekl.-Kammergeb.

53 821 ℳ f. Anlage von Reitplätzen,
15 094 „ f. Anlage des Fufsexercierplatzes,
127 283 „ f. Einebnung,
120 363 „ f. Bodenbefestigung,
37 008 „ f. Umwehrungen,
20 477 „ f. Wasserleitung } aufserh. d. Geb.,
4 913 „ f. Gasleitung }
62 506 „ f. Entwässerung,
5 687 ℳ f. 6 Dunggruben,
1 273 „ f. 3 Asch- und Müllgruben,
4 724 „ f. Erweiterung d. Garn.-Wasch-Anst.,
29 893 „ f. „ d. Garn.-Wasserwerks,
36 593 „ f. vorläufige Einrichtungen,
3 028 „ f. Verschiedenes,
10 579 „ f. d. Nebenanlagen der Officier-Speiseanstalt.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Nummer des Armee-Corps-Bezirkes	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe d. Geb. v. d. Fundaments bis z. d. O.-K. d. Hauptgesimses	Höhen der einzelnen Geschosse			Zuschlag für d. ausgebaute Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7, 8 u. 10)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach	
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung
							qm	qm	m	m	m	m	cbm	cbm		ℳ	ℳ
	Cas.-Anl. in **Saarburg i. L.** (Fortsetzung)																
	z) Nebenanlagen für q) bis y)	—	92	92	v. Fisenne	Lageplan der Officier-Wohngebäude (q bis z). 1 = Generalsgebäude, 2 = Stabsgebäude, 3 = Rittmeistergebäude Nr. I, 4 u. 5 = Stallgeb. Nr. I u. II f. d. Generalsgeb., 6 = Stallgebäude f. d. Stabsgebäude, 7 = „ f. d. Rittmeistergebäude, 8 = Gartenanlagen.								—	—	—	—
	z¹) Bauleitung f. d. Officier-Wohngeb. (q bis z)	—			—									—	—	—	—
	z²) Reg.-Bekleid.-Kammergeb.	—			v. Fisenne	E, 1 u. D = je 1 ka und th.	157,6	157,6	14,51	3,1	E = 3,82 I = 3,52	3,65	—	2286,8	320 (qm nutzb. Bodenfl. u. 90 qm Kellerfl.)	24 700	24 924
																C. Casernen-Anlagen	
10	Cas.-Anl. f. d. reit. Abth. des Feld-Art.-Reg. Nr. 31 in **Bischweiler i. E.**	XV	93	95	Gabe (*Strafsburg*)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	214 000	169 525
	a) Officier-Speiseanstalt	—	94	95	„	im D: 3 st.	239,7 *105,9* *133,8*	267,2 *105,9* *133,8* *27,5*	— *11,6* *8,7* *3,1*	3,0	E = 3,8 (I = 3,8)	1,8 (0,9)	—	2477,8	—	—	—
	b) Batterie-Pferdestall	—	94	95	„	im wesentlichen wie Nr. 71.	1399,8 *140,2* *1259,6*	— — —	— *7,19* *5,52*	—	5,06	(1,85)	—	7961,0	121 (Pferdestände)	—	—
	c) Beschlagschmiede	—	93	94	„	I = br, ek.	142,7	—	5,15	—	4,35	—	—	734,9	2 (Schmiedefeuer)	—	—
	d) Waffenmeister-Werkstatt	—	93	94	„		108,0 *94,6* *13,4*	— — —	— *4,32* *3,2*	—	3,92 (2,76)	—	—	451,6	1 (wie vor)	—	—
	e) Geschütz- u. Wagenhaus, Geschirr- u. Mont.-Kammer	—	93	94	„ rechte Hälfte = der linken (sieh d. Abbild.).		876,5 *348,2* *528,3*	— — —	— *8,18* *4,28*	—	3,8	3,46	—	5100,4	16 (Geschütze) 30 (Wagen) 520 (qm Kammerfläche)	—	—
																D. Officier-	
11	Officier-Speiseanst. in **Halle a. S.**	IV	92	93	Schneider (*Halle a. S.*)	im K: ok, s, r, öw, sr, g. — E: siehe d. Abbildung, I = wm, — im D: mz.	374,0 *374,0* —	416,1 *374,0* *42,1*	— *9,74* *3,6*	3,3	4,14	2,0	—	3791,3	—	72 050	62 709
																E. Pferde-	
12	Pferdestall f. d. 3 Comp. d. Train-Bat. Nr. 16 in **Forbach**	XVI	94	94	Knoch (*Metz*)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	101 750	101 714
	a) Pferdestall	—			—	I = Krippensetzer.	895,8 *465,9* *66,6* *363,2* *10,1*	— — — — —	— *9,28* *8,16* *7,29* *5,7*	—	4,89	3,3 (1,8)	—	7490,7	73 (Pferdestände)	—	—
	b) Abtrittsgeb.	—			—	im wesentlichen wie Nr. 2e.	38,0 *38,0* —	41,2 *38,0* *3,2*	— *7,37* *2,4*	2,5	4,22	—	—	287,7	6 (Sitze)	—	—
	c) Nebenanlag.	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	d) Insgemein	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	e) Bauleitung f. d. ganze Anl.	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
																II. Wagenhäuser	
13	Artillerie-Wagenhaus Nr. 7 in **Glogau**	V	93	94	Lattke (*Glogau*)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	128 (Fuhrzeuge)	120 200	102 415
	a) Artillerie-Wagenhaus	—			—	E = 2 Kopfbauten, je — th, ge, dazwischen fz mit 16 Achsen, D — 2gk, f, 2th.	1778,0	—	7,42	—	3,6	2,86	—	13192,8	128 (wie vor) 1450 (qm Kammerfläche)	—	—
	b) Nebenanlag.	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	c) Bauleit. f. d. ganze Anl.				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

14					15	16						17						18
Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw (einschliefsl. der in Spalte 16 aufgeführten Kosten)					Bauleitung	Kosten der						Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
nach dem Anschlage	nach der Ausführung					Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung								
	im ganzen	für 1																
		qm	cbm	Nutzeinheit		im ganzen	für 100 cbm	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
83 980	90 653	—	—	—	—	—	—	—	—	1390 ℳ f. 2 Abtritte, 1672 „ f. 4 Müllgruben, 1730 „ f. 8 Dunggruben, 2722 „ f. 58,4 m Trennungsmauern zwischen den Ställen, 596 „ f. 30 m Stützmauer,								20 690 ℳ f. 315,6 m Umwehr.-Mauer mit eis. Gitter, 8 013 „ f. 295 m Plankenzaun, 25 543 „ f. Einebnung und Bodenbefestigung, 11 245 „ f. Entwässerung, 8 309 „ f. Wasserversorgung, 8 743 „ f. Bepflanzung und Gartenanlagen.
rund 30 000	36 179	—	—	—	—	—	—	—	—									
24 700	24 924	158,1	10,9	77,9	—	—	—	—	—	—	—	Bankette Beton, sonst Kalkbruchsteine	Ziegel	Ziegelrohbau mit Verblendsteinen	Holzcement	K. zur Hälfte, Treppenflure u. -podeste gewölbt, sonst Balkend. auf eis. Träg. u. Säulen	Sandst. zw. Wangenmauern mit Saarg.-Platten	Die Kosten für dieses Gebäude sind besonders zur Verfügung gestellt worden, und deshalb in der Gesamtsumme für die Casernen-Anl. nicht mit enthalten. Im K. Cementestrich.
für Artillerie.																		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—		—			
44 000	36 189	151,0	14,7	—	—	1139 eis. Regul.-Füllofen	188,0	442	17,0	485	80,8	Bankette Beton, sonst Bruchsteine	Ziegel	Ziegelrohbau mit Verblendst. und Sandst.	Holzcement	K. gew., sonst Balkend.	Sandst. freitragend mit Thonplatten belegt	Im K. Cementestrich, im E. Eichenholzfufsböden. Wohnung für d. Oekonomen.
90 000	76 235	54,5	9,9	630,0	—	—	—	—	—	197	16,4	„	„	„	Falzziegel	Eckbau gew., s. Balkend. a. eis. Träg. u. Säul.	Eisen	Unt. d. 121 Pferdest. befinden sich 2 Lauf- u. 1 Wasserst. Fufsboden d. Pferdest. Kopfsteinpfl., d. Gänge Thonfl.
13 000	9 371	65,7	12,8	4685,6	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	Holzcement	sichtb. Dachverb.	—	Fufsboden der Beschlagräume Holzklotzpflaster.
7 000	5 082	47,1	11,3	—	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	„	„	—	—
60 000	42 648	48,7	8,3	—	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	„	Balkendecken bezw. sichtb. Dachverb.	Sandst. freitrag. mit Thonplattenbelag, Podeste gewölbt	Fufsboden im Geschützschuppen und Wagenh. Kopfsteinpflaster, sonst Dielung.
Speiseanstalten.																		
72 050 — —	53 170 4 166 (Nebenanlagen) 5 373 (Bauleitung)	142,2	14,0	—	5 373 (8,6%)	1803 Kachel- u. eis. Regulir-Füllofen	138,0	290	4,8	484	69,1	Bruchsteine	Ziegel	Ziegelrohbau mit Verblendst. und Terracotten	deutsch. Schiefer auf Schalung	K. gew., sonst Balkendecken	Werkst. freitragend	Nebenanlagen: 960 ℳ f. Traufpflaster, 82 „ f. Gasleit. } aufserh. 320 „ f. Wasserl. } d. Geb., 2612 „ f. 53 m Umwehr.-M., 50 „ f. Plankenzaun, 142 „ f. Asch- u. Müllgr.
Ställe.																		
—	—	—	—	—	11 012 (10,8%)	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	
70 000	66 010	73,7	8,8	904,2	—	—	—	—	—	—	—	Bruchsteine	Ziegel	Ziegelrohbau mit Verblendst. u. Sandst.	Falzziegel	Kleinesche Decken	Holz	Fufsboden der Ställe hochkantig. Klinkerpflaster; unter den 73 Pferdest. befinden sich 2 Laufst. u. 1 Wasserstand.
5 000	5 249	138,1	18,2	874,8	—	—	—	—	—	—	—	„	„	Ziegelrohbau	Holzcement	K. gew., s. sichtb. Dachv.	—	Gufseiserne Kothtrommel für pneumat. Entleerung. 1 Piss.
17 427	18 369	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9456 ℳ f. 198 m Umwehr.-Mauer, 413 „ f. 1 Dunggrube, 4 789 „ f. Pflasterung und Bodenbefestigung, 2795 „ f. Entwässerung, 916 „ f. Wasserleitung.	
1 823	1 074	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
7 500	11 012	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
und Traindepots.																		
—	—	—	—	800,1	4 087 (4,0%)	—	—	—	—	—	—		—	—	—		—	—
79 500 —	68 058 1 450 (Pfeilerbegründung d. Vorderwand)	38,8	5,2	531,7	—	—	—	—	—	—	—	Bankette Granitbruchsteine, darüb. Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau	Holzcement	Balkend. auf eis. Träg. u. eis. Säul., Treppenh. gew.	Granit	Fufsboden im E: Cementbeton, im D: Dielung.
40 700	28 820	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	1189 ℳ f. den Abtritt, 8212 „ f. die Umwehrungen, 15476 „ f. Einebnung, 763 „ f. Traufpflaster,				2 436 ℳ f. Chaussirung, 539 „ f. d. Brunnen, 205 „ f. Verschiedenes.
—	4 087	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—					

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Nummer des Armee-Corps-Bezirkes	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe d. Geb. v. d. O.-K. d. Fundaments bis zu d. O.-K. d. Hauptgesimses	Höhen der einzelnen Geschosse			Zuschlag für d. ausgebaute Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7, 8 u. 10)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach	
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung
							qm	qm	m	m	m	m	cbm	cbm		ℳ	ℳ
14	Artillerie-Wagenhäuser in **Stettin**	II	91	93	Atzert u. Köhne (R.-B. Kuhse) *(Stettin)*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**590100**	**531139**
	a) Artillerie-Wagenh. Nr. I u. III zus.	—				E: im wesentl. wie Nr. 15b, 2 Kopf- und 1 Mittelbau, dazwischen 2sch, je zu 8 Achsen, D = gk, 3th.	3811,8 *403,8* *3408,8*	— — —	— *8,37* *7,17*	—	3,43	3,0 (4,2)	—	27815,2	270 *(Fahrzeuge)* 3200 *(qm Kammerfläche)*	—	—
	b) desgl. Nr. II u. IV zus.	—			—	desgl. D = ka, 3th.	3811,8 *403,8* *3408,8*	— — —	— *8,88* *7,88*	—	3,94 (3,14)	3,8 (5,0)	—	30440,8	270 *(Fahrzeuge)* 96000 *(Gewehre)*	—	—
	c) Geschützrohrschuppen	—			—	E = 7 Achsen.	283,0	—	i. M. 4,8	—	3,88	—	—	1358,4	72 *(Geschützrohre)*	—	—
	d) Abtrittsgebäude	—			—	E = 1 Sitzreihe und p.	25,5 *25,5* —	15,2 *10,1* *5,1*	— *4,54* *2,75*	1,47	3,0	—	—	129,8	6 *(Sitze)*	—	—
	e) Nebenanlag	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	f) Bauleit. f. d. ganze Anlage	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	Traindepot in **Forbach**	XVI	91	92	Stolterfoth *(Metz)*	1 = 3az, dpw.	—	—	—	—	—	—	—	—	104 *(Fahrzeuge)*	**182446**	**193530**
	a) Dienstwohngebäude	—			—		355,9	128,6	11,45	2,8	E = 3,8 1 = 4,0	0,85	15,0	4090,1	—	—	—
	b) Wagenhaus	—			—	sch = 13 Achsen; rechter Kopfbau = dem linken (sieh die Abbild.), — D = ka, 2th.	1579,5 *1324,6* *254,9*	— — —	— *7,85* *9,17*	—	3,6	2,56 (4,27)	—	12735,5	104 *(Fahrzeuge)* 1200 *(qm Kammerfläche)*	—	—
	c) Nebengeb. u. Nebenanlagen	—			—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	d) Bauleit. f. d. ganze Anlage	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
																III. Laza-	
16	Garnison-Lazareth in **Weifsenfels**	IV	92	93	Schneider *(Halle a. S.)*	im K: wk, r, ws, fl, E: sieh die Abbildung, im D: wm, ka, fl.	—	—	—	—	—	—	—	—	36 *(Betten)*	**124000**	**119218**
	a) Verwaltungsgebäude	—			—		281,7	281,7	8,78	3,0	3,8	1,8	—	2473,8	—	—	—
	b) Krankenbaracke zu 20 Betten	—			—		388,1	—	4,8	—	4,1	—	—	1862,9	20 *(Betten)*	—	—
	c) desgl. zu 12 Betten	—			—	ähnlich wie vor.	217,9	—	4,9	—	4,1	—	—	1067,7	12 *(Betten)*	—	—
	d) Desinfections-Anstalt	—			—	1 = Auskleideraum, 2 = Brausebad, 3 = Ankleideraum.	75,8	—	4,25	—	3,7	—	—	322,2	—	—	—
	e) Nebengeb. u. Nebenanlagen	—			—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	f) Verschiedenes	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	g) Bauleit. f. d. ganze Anlage	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

14					15	16						17						18
Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 16 aufgeführten Kosten)					Bauleitung	Kosten der						Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
nach dem Anschlage	nach der Ausführung					Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung								
	im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Nutzeinheit		im ganzen	für 100 cbm	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M							
—	—	—	—	—	30 832 (5,8 %)	—	—	—	—	—	—	—	—		—		—	Das Grundstück ist an die städt. Wasserleit. u. Entwäss. angeschlossen und mit dem Fernsprechnetz verbunden.
224 177	183304	48,1	6,6	678,9	—	—	—	—	—	—	—	Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau mit Verblendsteinen	Holzcement	Balkendecken auf eis. Träg. u. eis. Säul., Treppenhäuser gewölbt	Granit zwischen Wangenmauern	Fufsboden im E. th. Cementbeton, th. hochkant. Klinkerpflaster, im D. Dielung.
229 076 15 150 (tiefe Gründung für a u. b) — (innere Einricht. für a u. b)	192868 7 436 10249	50,6	6,3	713,6	—	748 eis. Oefen	44,1	—	—	—	—	"	"	"	"	"	"	Wie vor.
11 533	9 491	33,5	7,0	131,8	—	—	—	—	—	—	—	"	"	"	"	sichtb. Dachverband	—	Fufsboden: Cementbeton.
2 816	3 246	127,3	25,0	541,0	—	—	—	—	—	738	—	"	"	"	Doppelpappdach	K. gew., sonst sichtbarer Dachverband	—	Fufsboden: Asphalt. Wasserspülung.
81 694	93 713	—	—	—	—	—									—		—	—
25 654	30 832	—	—	—	—	—								—	—	—	—	—
						869 M f. das Telephonhäuschen, 10578 " f. 125,5 m Umwehrungsmauer, 46263 " f. Einebn., Bodenbefestigung u. Bepflanzung, 20730 " f. Traufpflaster, 3502 " f. Bewässerung, 8633 " f. Entwässerung, 2844 " f. den 45 m tiefen Röhrenbrunnen, 294 " f. die Asch- und Müllgrube.												
—	—	—	—	1860,9	4130 (2,1 %)	—	—	—	—	—	—	—	—	Sockel Moëllons, s. Ziegelrohbau mit Verblendst. u. Sandstein	—	—	—	—
58 000	54 815	154,0	13,4	—	—	756 eis. Regulir-Füllöfen	53,7	—	—	—	—	Bruchsteine	Ziegel		Falzziegel, oberer Theil Holzcement	K. gew., sonst Balkendecken	Sandstein freitragend	Dienstwohnungen für den Depotofficier, 2 Schirrmeister und 1 Schreiber.
83 000	95 394	60,4	7,5	917,3	—	—	—	—	—	—	—	"	"	"	Holzcement	Treppenh. gewölbt, sonst Balkendecken auf eis. Trägern u. eis. Säulen	—	Fufsboden im Wagenraum Steinpflaster.
						4 420 M f. die Beschlagschmiede, 2227 " f. das Abtrittsgebäude, 293 " f. Asch- und Müllgrube, 12619 " f. 478,3 m Umwehrungsmauer, 3622 " f. anderweitige Umwehrungen, 1378 " f. Wasserleitung, 3905 " f. Entwässerung, 10727 " f. Einebnung und Bodenbefestigung.												
37 546	39 191	—	—	—	—	—								—	—		—	—
3 900	4 130	—	—	—	—	—								—	—		—	—
rethe.																		
—	—	—	—	3311,6	17 218 (14,4 %)	—	—	1677	—	4290	—	—	—		—		—	Das Grundstück ist an die städtische Gas- u. Wasserleitung angeschlossen. — Aborte mit Desinfection und Wasserspülung.
33 000	25 606	90,9	10,4	—	—	789 eis. Regulir-Füllöfen u. Kachelöfen	175,0	205	15,8	604	120,8	Bruchsteine	Ziegel	Ziegelrohbau mit Verblendsteinen	Holzcement	K. u. Treppenh. gewölbt, sonst Balkend.	Holz	1 Dienstwohnung.
26 200	21 905	56,4	11,8	1095,3	—	966 eis. Regulir-Füllöfen	102,0	136	9,7	1042	173,7	"	"	"	"	Dachsparren geschalt und geputzt	—	Fufsboden: Asphalt mit Linoleumbelag.
14 000	13 824	63,4	12,9	1152,0	—	628 wie vor	127,4	69	6,9	1034	129,3	"	"	"	"	"	—	Wie vor.
8 100 (einschl. der Kosten des Desinfections-Apparates)	8 078	106,6	25,1	—	—	207 wie vor	212,0	53	7,6	315	81,2	"	"	"	"	"	—	2900 M für den Desinfect.-Apparat, Syst. Henneberg.
29 076	24 702	—	—	—	—	—	—	1214	—	1285	—	—						
5 124	7 885	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
8 500	17 218	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
													1324 M f. das Leichenhaus, 1965 " f. den Kohlenschuppen, 3565 " f. 290 m Plankenzaun, 1746 " f. Drahtzäune, 1660 " f. Einebnung und Bekiesung, 2981 " f. Pflasterung,			1436 M f. Gartenanlagen und Baumpflanzungen, 1214 " f. die Gasleitung } aufserhalb 1285 " f. die Wasserleitung } der Geb., 6956 " f. die Entwässerung, 268 " f. die Asch- und Müllgrube, 302 " f. das Feuerleiterdach.		



1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Nummer des Armee-Corps-Bezirkes	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe d. Geb. v. d. O.-K. d. Fundaments bis zu d. O.-K. d. Hauptgesimses	Höhen der einzelnen Geschosse			Zuschlag für d. ausgebaute Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (vergl. Spalte 7, 8 u. 10)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach	
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung
							qm	qm	m	m	m	m	cbm	cbm		ℳ	ℳ
17	Garnison-Lazareth in **Inowrazlaw**	II	91	92	entw. im Kriegs-Minist., ausgef. v. Szarbinowski (*Bromberg*)	im K: lk, s, wk, r, de, E: sieh die Abbildung, I = Sanitätsbedürfnisse (2), iw, II = lt, wm, fl, ka.	—	—	—	—	—	—	—	—	48 (*Betten*)	**170 000**	**161 694**
	a) Verwaltungsgebäude	—					257,4 *119,7* *137,7* —	262,8 *119,7* *137,7* *5,4*	— *13,12* *10,67* *3,07*	3,0	E = 3,8 I = 3,8 (II = 2,45)	—	—	3056,3	—	—	—
	b) Krankenbaracke Nr. I	—			—		237,1	—	5,5	—	4,1	—	—	1304,1	12 (*Betten*)	—	—
	c) desgl. Nr. II	—			—	I = Geisteskranke.	579,9	(130,0)	5,62	—	4,32	—	—	3259,0	36 (*Betten*)	—	—
	d) Leichenhaus	—			—	—	51,9	—	4,48	—	3,5	—	—	232,5	—	—	—
	e) Nebenbaulichkeiten und Nebenanlagen	—			—	—											
	f) Bauleit. f. d. ganze Anlage	—			—	—											
18	desgl. in **Stettin**	II	92	94	entw. v. Zeidler, ausgef. v. Wellmann u. Claufs (*Stettin*)	Lageplan des Garnison-Lazareths in Stettin. 1 = Verwaltungsgebäude, 2 = Krankenblock, 3 bis 5 = Krankenbaracke Nr. I bis III, 6 = Wirthschaftsgebäude und Maschinenhaus, 7 = Gebäude f. Feldsanit.-Ausrüst., 8 = Lazarethapotheke, 9 = Leichenhaus, — 10 = Garten.								—	158 (*Betten*)	**694 000**	**639 016**
	a) Verwaltungsgebäude	—				im K: Reserve-Lazareth-Bestände, wk, E = sieh die Abbildung, I = iw, ww, 3 wz, II = oiw, ww.	364,1	364,1	14,47	3,0	E = 3,8 I = 3,8 II = 3,8	—	150,0	5418,5	—	—	—
	b) Krankenblock	—			I: über o — bt, sonst — E.		629,6 *261,8* *249,0* *118,8*	— — — —	— *i. M. 10,63* *i. M. 11,3* *i. M. 11,58*	—	E = 4,45 I = 4,15 (5,25)	(0,8)	110,0	7082,9	67 (*Betten*)	—	—
	c) Krankenbaracke Nr. I	—			rechte Hälfte = der linken (sieh d. Abbild.).	Mittelachse.	610,6 *636,2* *4,4*	— — —	— *i. M. 6,32* *6,07*	—	i. M. 4,58	—	—	4047,5	36 (*Betten*)	—	—
	d) desgl. Nr. II	—			—	wie vor.	640,6 *636,2* *4,4*	— — —	*i. M. 6,32* *6,07*	—	i. M. 4,58	—	—	4047,5	35 (*Betten*)	—	—
	e) Absonderungsbaracke Nr. III	—			—		357,7 *92,9* *261,6* *3,2*	92,9 *92,9* —	— *7,53* *6,34* *5,6*	2,98	i. M. 4,6	—	—	2533,0	20 (*Betten*)	—	—
	f) Wirthschaftsgebäude mit Maschinenhaus	—			1 = wrk, 2 = Dampfbad, 3 = Brausebad.	I = 3 lt, fl, tr.	581,7 *213,1* *235,4* *37,5* *22,0* *55,5* *14,8* *3,4*	235,1 *213,1* — — *22,0* — — —	— *10,08* *9,45* *4,71* *6,85* *5,79* *4,29* *21,84*	3,0	E = 4,0 (I = 3,0)	—	150,0	5309,0	—	—	—
	g) Gebäude f. d. Feld-Sanitäts-Ausrüstung	—			—	Grundrifsanordnung wie bei h. E = pkr, tr, ab, Imprägnirungs- u. Prefsraum, — I = az, lt, bd (2).	186,2	—	9,06	—	E = 3,7 I = 3,5	—	45,0	1730,1	—	—	—
	h) Lazareth-Apotheke	—			1 = Apotheker, 2 = Sanit.-Arzneiabtheilung, 3 = Dampfraum,	I = lt, Truppen-Sanit.-Ausrüst., hyg. chem. Untersuchungs-Station.	186,2	186,2	10,28	3,0	E = 3,7 I = 3,5	—	45,0	1959,1	—	—	—

14					15	16						17						18
Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 16 aufgeführten Kosten)					Bauleitung	Kosten der						Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
nach dem Anschlage	nach der Ausführung					Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung								
	im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Nutzeinheit		im ganzen	für 100 cbm	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
—	—	—	—	3368,6	11 767 (7,3%)	—	—	—	—	—	—	—	—	Putzbau, Sockel, Gesimse u. Fensterbög. Ziegelrohbau	—	K. u. Treppenhaus gewölbt, sonst Balkendecken	—	—
50 000	40 671	158,0	13,3	—	—	—	—	—	—	—	—	Ziegel	Ziegel		Ziegelkronendach		Granit freitragend	Wohnung für den Lazareth-Inspector.
22 000	21 562	90,9	16,5	1796,8	—	1083 Ventilations-Kachelöfen	175,8	—	—	—	—	„	„	„	„	Balkendecken	Holz	Kieferner Stabfufsboden in Asphalt.
54 000 — (Veranda)	45 867 1 654	79,1	14,1	1274,1	—	2710 wie vor	173,7	—	—	—	—	„	„	„	„	„	„	Wie vor.
3 000	3 184	61,4	13,7	—	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	„	„	—	Fufsboden: Fliesenbelag.
33 500	36 989	—	—	—	—	—	—	7839 ℳ f. die ausgebaute Holzbaracke, 945 „ f. den Gerätheschuppen, 747 „ f. die Zufahrtsbrücke, 7142 „ f. 437,25 m Plankenzaun, 5126 „ f. Pflasterung, 2004 „ f. Bekiesung.						2129 ℳ f. Berasung und Anpflanzungen, 1654 „ f. Entwässerung, 4956 „ f. die Klärgrube, 1843 „ f. die Brunnenanlage, 1704 „ f. Verschiedenes.				
7 500	11 767	—	—	—	—	—	—											
—	—	—	—	4044,4	52 229 (8,2%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	K., Treppenh. u. Aborte gewölbt, sonst Balkendecken	—	Das Grundstück ist an die stadt. Gas- und Wasserleitung sowie an die Canalisation angeschlossen und hat eigene elektrische Lichtanlage.
77 000	72 265	198,5	13,3	—	—	3181 Kachelöfen	169,0	193 (elektrische Beleuchtung)	17,6	941	156,8	Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau mit Verblendsteinen	deutsch. Schiefer auf Pappe		massiv aus Ziegeln mit Eichenholzbelag	Wohnungen f. den Lazareth-Oberinspector, den Lazareth-Inspector, 3 Unterbeamte und den wachthabenden Arzt.
95 000	86 958	138,1	12,3	1297,9	—	2162 eis. u. Kachelöfen	166,3	536 (wie vor)	12,5	2155	538,8	„	„	„	„	Flur, Treppenhaus u. Bad gewölbt, sonst Balkendecken	„	Im E. Flur, Abtritte, Bad, 1 Krankenz., Theeküche u. Operationssaal Terrazzo, sonst Stabfufsboden in Asphalt, im I kief. Dielung.
51 800	42 690	66,6	10,5	1185,8	—	1738 wie vor	96,9	343 (wie vor)	16,3	1097	548,4	„	„	„	Holzcement	Dachsparren geschalt u. geputzt	—	In den Fluren, Abtritten und Badestuben Terrazzo, sonst Stabfufsboden in Asphalt.
51 800	45 201	70,8	11,2	1291,5	—	1731 wie vor	96,5	332 (wie vor)	15,8	1097	548,5	„	„	„	„	„	—	Wie vor.
28 300	27 625	77,2	10,9	1381,3	—	1057 wie vor	98,1	168 (wie vor)	12,9	617	—	„	„	„	„	K. gew., sonst wie vor	—	Tiefe Gründung (in Spalte 8 berücksichtigt). Im K. Ziegelpflaster, sonst wie vor.
82 000 — (tiefe Gründung) 35 000 (maschinelle Einrichtung)	71 943 22 915 28 962	123,7	13,6	—	—	103 Kachelöfen	223,0	425 (wie vor)	13,7	702	54,0	„	„	„	deutsch. Schiefer auf Pappe	K., Flur, Treppenh., Küchen usw. gew., sonst Balkend., Maschinenhaus Dachsp. geschalt u. geputzt	massiv aus Ziegeln mit Eichenholzbelag	Fufsboden im E. des Wirthschaftsgebäudes und im Maschinenraume Terrazzo. Im Kesselhause eiserner Dachverband.
23 000	20 974	112,6	12,1	—	—	432 wie vor	117,0	—	—	202	202,0	„	„	„	„	Flur u. Treppenh. gew., s. Balkend.	„	Im E., Imprägnirungs- und Trockenraum, Flur und Abtritt Terrazzo.
29 200	27 728	148,9	14,7	—	—	739 Kachel- u. eis. Reg.-Füllöfen	139,5	378	14,6	908	129,7	„	„	„	„	K. u. Lab. gew., s. Balkend.	„	Flur im E. und Dampfraum Terrazzo.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Nummer des Armee-Corps-Bezirkes	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe d. Geb. v. d. O.-K. d. Fundaments bis zu d. O.-K. d. Hauptgesimses	Höhen der einzelnen Geschosse			Zuschlag für d. ausgebaute Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7, 8 u. 10)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach	
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung
							qm	qm	m	m	m	m	cbm	cbm		ℳ	ℳ
	Garnis.-Laz. in **Stettin** (Fortsetzung)																
	i) Leichenhaus	—			—	E — lh, ob.	60,9 *57,7* *3,2*	— *—* *—*	— *5,42* *4,92*	—	4,5	—	—	328,5	—	—	—
	k) Nebenanlag.	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	l) Insgemein	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	m) Bauleit. f. d. ganze Anlage	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
																IV. Bekleidungs-	
19	Bekleidungsamt für das XVII. Armee-Corps in **Danzig**	XVII	91	92	entw. im Kriegs-Minist., ausgef. v. Fehlhaber *(Danzig)*		—	—	—	—	—	—	—	—	—	**626000**	**535130**
	a) Dienstgebäude	—				I — of, I — vsw, im D: 2g.	342,7 *179,3* *109,4* *31,5* *22,5*	342,7 *179,3* *109,4* *31,5* *22,5*	— *11,34* *11,96* *13,04* *13,5*	2,8	E — 3,8 I — 4,0	(0,65)	50,0	4106,2	—	—	—
	b) Lagerhaus					1 = Tuchlager, 2 = Tuchlege- und Prefszimmer, 3 = Schauzimmer, 4 = Annahme u. Ausgabe, I u. II im wesentl. — E.	626,2 *614,9* *11,3*	— *—* *—*	— *12,85* *11,3*	—	E — 3,7 I — 3,7 II — 3,6	—	—	8029,2	1380 (qm Lagerraum)	—	—
	c) Werkstättengebäude	im K: Ankleideraum, c, gm, Feldschmiede, ldka, — E: sieh die Abbildung. 1 = Stanzraum,				I — snd, bg, z, az, of, 2lg, im D: f, th, v, 3lg.	740,3 *714,6* *25,7* *—*	745,9 *714,6* *25,7* *5,6*	— *16,29* *13,31* *3,9*	3,2	E — 4,08 I — 4,08	(2,9)	—	12004,7	—	—	—
	d) Nebengeb.	—			—	1 — Packstroh.	113,9 *59,8* *54,1*	— *—* *—*	— *5,21* *4,02*	—	4,22 (3,1)	—	—	529,0	—	—	—
	e) Innere u. maschinelle Einrichtung				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	f) Nebenanlag.	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	g) Bauleit. f. d. ganze Anlage	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
																V. Proviantamts-	
																A. Bäckereien nebst	
20	Proviantamt in **Goldap**	I	92	93	Reimer *(Gumbinnen)*		—	—	—	—	—	—	—	—	2760 (Ctr. Mehl u. Hafer) 5400 (Ctr. Rauhfourage)	**123780**	**114189**
	a) Bäckereigebäude	—				I — mrw. im D: mv.	312,2 *127,0* *101,1* *65,0* *19,1*	— *—* *—* *—* *—*	— *10,7* *8,2* *6,6* *5,35*	—	E — 4,0 (I — 3,6)	2,0 (2,0)	20,0 (Schornstein)	2739,1		—	—
	b) Mehl- und Körner-Magaz.	—			—	An der Ecke massives Treppenhaus; — E, I u. D, je — sp, th.	175,8	—	9,3	—	E — 2,8 I = 2,9	2,6	—	1634,9	395 (qm Bodenfläche)	—	—
	c) Rauh-Fourage-Scheune	—			—	E — 2df, 3bn.	644,2	—	7,9	—	7,0	—	—	5089,2	3520 (cbm Bansenraum)	—	—
	d) Nebengeb. u. Nebenanlagen	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	e) Insgemein	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	f) Bauleit. f. d. ganze Anlage	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	desgl. in **Gumbinnen**	I	90	91	Reimer *(Gumbinnen)*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	36720 (Ctr. Roggen, Hafer u. Mehl) 7600 (Ctr. Rauhfourage)	—	—
	a) Bäckereigebäude	—				wie Nr. 20a.	320,8 *127,0* *101,1* *65,0* *27,7*	— *—* *—* *—* *—*	— *10,7* *8,5* *6,77* *5,35*	—	E — 4,0 (4,5) (5,07) (I — 3,6)	2,0 (2,9) (0,8)	20,0	2826,5		**303800**	**285164**
	b) Beamtenwohnhaus	—			—	im K: wk u. Conservenkeller (5), E: s. d. Abbild., I — ca, I — vsw.	239,5	239,5	13,27	2,5	E — 3,8 I — 3,8	2,0	—	3178,2	—	—	—

14					15	16						17						18
Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschließl. der in Spalte 16 aufgeführten Kosten)					Bauleitung	Kosten der						Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
nach dem Anschlage	nach der Ausführung					Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung								
	im ganzen	für 1				im ganzen	für 100 cbm	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
		qm	cbm	Nutzeinheit														
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
7 200	4 729	77,7	14,4	—	—	52 Reg.-Füllöfen	38,6	24 (elektrische Beleuchtung)	12,1	137	137,0	Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau mit Verblendst.	Holzcement	Dachsparren geschalt u. geputzt	—	Fußboden: Terrazzo.
127 900	118 568	—	—	—	—	—	—	—	—	45274 ℳ f. 510 m Umwehrungsmauer u. 491 m Gittermauer, 7 207 „ f. Einebnung, 23049 „ f. Pflasterung, Chaussirung, u. Bekiesung.		18642 ℳ f. Gartenanlagen, 10453 „ f. d. Wasserzuleitung, 11384 „ f. Entwässerung, 2559 „ f. Gas- u. elektrische Beleuchtung						außerhalb der Geb.
32 800	16 229	—	—	—	—	—	—	—	—									
53 000	52 229	—	—	—	—	—	—	—	—									
Aemter.																		
—	—	—	—	—	29250 (5,5%)	—	—	—	—	—	—	—	—	Ziegelrohbau mit Verblendsteinen u. Sandsteingesimsen	Mansardendach mit deutsch. Schiefer a. Schal., bezw. Doppelpappdach	K. u. Treppenhäuser gewölbt, sonst Balkendecken	—	Das Grundstück ist an die städt. Gas- und Wasserleitung angeschlossen.
82 000 8 300 (künstl. Gründung, Sandschüttung)	68 792 8 704	200,7	16,8	—	—	2747 Kachelöfen	218,0	410	12,0	684	76,0	Cementbeton	Ziegel				Granit freitragend, bezw. Holz	Wohnungen für den Vorstand und den Packmeister.
95 400 14 500 (künstl. Gründung, Sandschüttung)	76 774 10 299	122,6	9,6	55,6	—	696 eis. Circulat.-Mantelöfen	50,0	—	—	549	183,0	„	„	Ziegelrohbau	Holzcement auf Ziegelgewölben	theils Monier-, theils gewölbte Decken	Granit zwischen Wangenmauern	Fußboden: Fliesenbelag.
117 500 60 000 (künstl. Gründung, Senkkasten)	112 946 41 819	152,6	9,4	—	—	2392 wie vor	60,0	1954	15,0	—	—	Ziegel	„	„	Holzcement	K., Flur u. Treppenhäuser gew., s. Balkend.	Granit freitragend	Im K. Betonfußboden.
12 500	9 485	83,3	17,9	—	—	—	—	—	—	—	—	Cementbeton	Eisenfachw. m. Ziegelausmauerung	Eisenfachwerk, die Fache gefugt	Doppelpappdach	theils Balkend., th. sichtb. Dachv.	—	Abtritte mit Wasserspülung.
80 000	79 998	—	—	—	—	—	—	—	—	12137 ℳ f. 161,4 m Umwehrungsmauer mit Eisengitter, 56 ℳ f. 1 m, 154 m Bretterzaun mit Eisenstützen, 15 ℳ f. 1 m, 14,7 m Staketenzaun, 8,5 ℳ f. 1 m, 10,5 m Zaun aus Eisendrahtgeflecht, 13,5 ℳ f. 1 m, 290 m gew. Drahtzaun zur Einfriedigung der Rasenflächen, 1,2 ℳ f. 1 m,		39632 ℳ f. Einebnung, 25565 „ f. Pflasterungen, 1552 „ f. Gartenanlagen, 10074 „ f. Gas- u. Wasserleit. außerhalb der Gebäude, 8103 „ f. Verschiedenes.						
128 800	97 063	—	—	—	—	—	—	—	—									
27 000	29 250	—	—	—	—	—	—	—	—									
Bauten.																		
Magazinen.																		
—	—	—	—	—	8579 (7,5%)	—	—	—	—								—	Oberirdische Entwässerung des Grundstückes.
45 000	39 822	127,6	14,5	—	—	510 Kachelöfen	178,0	—	—	—	—	Feldsteine	Ziegel	Ziegelrohbau mit Verblendsteinen	Holzcement	Betriebsräume gew., s. Balkend. Treppenh. gew., s. Balkend.	Granit freitragend	Wohnung f. den Backmeister. Fußboden in den Betriebsräumen flachseit. Klinkerpfl. 2 Doppelbacköfen (System Wieghorst) (7450 ℳ).
18 200	16 878	96,0	10,3	42,7	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	„	a. Unterz. u. Stielen	„	2760 Ctr. Mehl und Hafer. Fußboden: Dielung.
22 000	19 178	29,6	3,6	5,4	—	—	—	—	—	—	—	„	„	„	Doppelpappdach	Durchfahrten Balkend., s. sichtb. Dachverb.	—	5400 Ctr. Rauhfourage. Bansen Lehmschlag mit Lattenrost, Durchfahrten Feldsteinpflaster.
29 278	28 639	—	—	—	—	3118 ℳ f. das Wiegehäuschen nebst Wange, 2475 „ f. den Kohlenschuppen mit Spritzenraum, 1828 „ f. den Abtritt, 5719 „ f. 112 m massive Umwehrung mit 2 schmiedeeis. Gitterthoren, 3361 „ f. 291 m Plankenzaun, 7988 „ f. 2770 qm Pflasterung, 720 „ f. 1746 qm Bekiesung,						50 ℳ f. 2369 qm Berasung, 423 „ f. Einebnung, 332 „ f. 2 Asch- u. Müllgruben, 2616 „ f. den Brunnen (30 m).					—	
802	1 093	—	—	—	—												—	
8 500	8 579	—	—	—	—												—	
—	—	—	—	—	19705 (6,9%)												—	Das Grundstück ist an die fiscalische Entwässerungsanlage angeschlossen.
48 000	42 558	132,7	15,1	—	—	470 Kachel- u. eis. Oefen	165,0	—	—	—	—	Feldsteine	Ziegel	Ziegelrohbau	Holzcement	Betriebsräume gew., s. Balkend.	Granit freitragend	Wohnung f. den Backmeister. Fußboden in den Betriebsräumen flachseit. Klinkerpfl. 2 Doppelbacköfen (System Wieghorst) (6300 ℳ).
42 000	38 270	159,8	12,0	—	—	1599 Kachelöfen	186,0	—	—	—	—	„	„	Ziegelrohbau m. Verblendsteinen	„	K. gew., Treppenh. Rabitz-, sonst Balkend.	„	Wohnungen für 2 Beamte.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Nummer des Armee-Corps-Bezirks	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß nebst Beschrieb	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe d. Geb. v. d. O.-K. d. Fundaments bis z. d. O.-K. d. Hauptgesimses	Höhen der einzelnen Geschosse			Zuschlag für d. ausgebaute Dachgeschoß, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 8 u. 10)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach	
			von	bis			im Erdgeschoß	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung
							qm	qm	m	m	m	m	cbm	cbm		ℳ	ℳ
	Proviantamt in **Gumbinnen** (Fortsetzung)																
	c) Mehl- und Körner-Magazin	—			—	in den vorderen Ecken d. Geb. 2 massive Treppenhäuser, E, I, II, III u. D je — sp. 2 lh	1620,[illegible]	—	8 / 15,[illegible]	—	E 2,8 / I 2,8 / II 2,8 / III 2,8	2,8	—	15699,1	4535 (qm Bodenfläche)	—	—
	d) Rauh-Fourage-Scheune	—				E — 2df, 1lm.	967,[illegible]		8,[illegible]	—	7,04	—	—	7743,2	5060 (cbm Bansenraum)	—	—
	e) Nebengeb. u. Nebenanlagen	—					—			—		—	—		—	—	
	f) Insgemein	—							—	—			—			—	—
	g) Bauleit. f. d. ganze Anlage	—			—				—				—	—	21500 (Ctr. Korn) 4580 (Ctr. Rauhfourage)	**B. Maga-**	
22	desgl. in **Mainz**	XI	93	95	entw. von Blenkle, ausgef. v. Rettig (Mainz)					—		—	—	—		**146 360**	**106 783**
	a) Körnermagazin auf dem Holzhofe	—				in der Mitte der Vorderfront d. Geb. massives Treppenhaus, E, I, II u. D je [illegible] sp. lh.	674,1		12,71		E 2,[illegible] / I 2,[illegible] / II 2,[illegible]	2,[illegible]	—	7923,4	2160 (qm Bodenfläche)	—	—
	b) Rauh-Fourage-Scheune im Gaugraben					E — 2df, 3lm	507,2		6,2		5,[illegible]	—	—	[illegible]	1050 (cbm Bansenraum)	—	—
	c) Nebenanlag.	—				—					—	—	—			—	—
	d) Bauleit. f. d. ganze Anlage	—					—	—	—	—	—	—	—	—	9680 (Ctr. Mehl) 21300 (Ctr. Rauhfourage)	—	—
23	desgl. in **Gnesen**	II	91	94	entw. im Kriegs-Ministerium, ausgef. v. Saage (Gnesen)		—			—		—	—			**215 000**	**188 961**
	a) Amts- und Dienstwohngeb.	—				I — w., II — w. sf	220,1	220,1	16,5[illegible]	2,8	E [illegible] / I 3,8 / II [illegible]	2,4	—	[illegible]			
	b) Speichergebäude				—	in den vorderen Ecken d. Geb. massives Treppenhaus, E, I, II u. D je — sp. lh	258,[illegible]	[illegible]	14,1[illegible]	2	E 2,[illegible] / I 2,[illegible] / II 2,[illegible]	2,3	—	3721,7	960 (qm Bodenfläche)	—	
	c) Rauh-Fourage-Scheune Nr. I	—			—	E, durch Brandmauern in 4 Abtheilungen getrennt, jede — df. 2lm	[illegible]	—	[illegible]	—	6,[illegible]	—	—	10371,8	7750 (cbm Bansenraum)	—	—
	d) desgl. Nr. II	—			—	wie vor	1500,[illegible]		6,71		6,[illegible]	—	—	10171,5	7750 (wie vor)	—	—
	e) Nebengeb. u. Nebenanlagen	—			—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	f) Insgemein					—			—	—			—			—	—
	g) Bauleit. f. d. ganze Anlage	—					—			—		—	—			—	—
24	desgl. in **Bromberg**	II	93	94	entw. v. Koch, ausgef. v. Koch und Feuerstein (Bromberg)	—			—	—	E [illegible] / I 2,8 / II 2,8 / III 2,[illegible] / IV 2,8	—	—		51520 (Ctr. Mehl und Korn)	**202 500**	**201 790**
	a) Körner- u. Mehl-Magazin	—				2 Abtheilungen mit zusammen 3 Holztreppen, E, I, II, III, IV u. D. je — 2sp	1361	—	19,[illegible]			2,[illegible]		26[illegible]1,2	7240 (qm Bodenfläche)	—	
	b) Nebenanlag.	—				—	—		—	—	—	—			45720 (Ctr. Hafer u. Roggen)	—	—
	c) Insgemein	—					—	—		—	—		—	—		—	
	d) Bauleitung	—				—		—	—			—			12160 (Ctr. Rauhfourage)	—	—
25	desgl. in **Metz**	XVI	94	95	Knoch (R.-B. Grunewald) (Metz)	—			—			—		—	3260 (Ctr. Mehl)	**276 700**	**235 000**
	a) 2 Hafer-Magazine auf der Weideninsel					E je — 3sp, durch Brandmauern getrennt.	1776,2	—	[illegible]		[illegible],2			24816,2	4510 (qm Bodenfläche)	—	—
	b) Roggen-Magazin auf der Friedhofsinsel				—	E — 2sp. durch Brandmauer getrennt.	1339,6	—	4,7	—	[illegible],2	—	—	6295,7	1140 (wie vor)	—	—
	c) Mehl-Magazin in der Kehle des Fort Steinmetz				—	E — lg	420,0	—	4,[illegible]	—	[illegible],2			1827,0	380 (wie vor)	—	—
	d) Rauh-Fourage-Magazin in Montigny				—	E durch Brandmauern in 3 Abth. getrennt, jede — df, 2lm.	1562,6	—	8,[illegible]	—	7,[illegible]	—		12500,8	8600 (cbm Bansenraum)	—	—
	e) Nebengeb. u. Nebenanlagen				—	—					—	—		—	—	—	—
	f) Bauleit. f. d. ganze Anlage				—		—		—	—	—	—	—	—	—	—	—

14					15	16						17						18
Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschließl. der in Spalte 16 aufgeführten Kosten)					Bauleitung	Kosten der						Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
nach dem Anschlage	nach der Ausführung					Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung								
	im ganzen	für 1				im ganzen	für 100 cbm	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
		qm	cbm	Nutzeinheit														
M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M							
116 500	102 920	100,9	6,6	22,7	—	—	—	—	—	—	—	Feldsteine	Ziegel	Ziegelrohbau	Holzcement	Treppenh. gew., s. Balkend. a. Unterz u. Stielen	Granit freitrgd.	36 720 Ctr. Roggen, Hafer u. Mehl. — Fußboden: Dielung.
31 000	25 737	26,6	3,3	4,5	3296 M f. das Wiegehäuschen nebst Waage, 2604 „ f. den Kohlenschuppen, 2024 „ f. den Abtritt, 481 „ f. das Schutzdach, 8873 „ f. 184 m Umwehrungsmauer mit schmiedeeis. Gitter u. Gitter-Thoren, 5535 „ f. 522 m Plankenzaun, zum Theil mit gußeisernen Stutzen, 21152 „ f. 4791 qm Pflasterung, 517 „ f. 1614 qm Bekiesung,							"	"	"	Doppelpappd.	Durchf. Balkend., s. sichtb. Dachverb.	—	7600 Ctr. Rauhfourage. Bansen Lehmschlag m. Lattenrost, Durchfahrten Feldsteinpflaster. Schiebethore.
49 660	55 149	—	—	—								—	—	—	—		—	
825	825	—	—	—								571 M f. Einebnung, 569 „ f. 7155 qm Berasung u. Bepflanzung, 4688 „ f. Entwässerung, 4719 „ f. den Brunnen (81 m), 120 „ f. die Asch- und Müllgrube.					—	—
15 815	19 705	—	—	—													—	—
zine.																		
—	—	—	—	—	7 380 (6,9 %)	—	—	—	—	—	—	—	—	Ziegelrohbau, Fenstersohlbänke Sandst.	—	Treppenh. gew., s. Balkend. auf eis. Träg. und Säulen	—	Das Grundstück ist an die städt. Entwässerungsanlage angeschlossen.
91 500	58 733	94,2	7,4	27,2	—	—	—	—	—	—	—	Bruchsteine	Ziegel		Holzcement		Granit freitragend	21 500 Ctr. Korn. Im E. Buchenholzfußboden in Asphalt, sonst Tannendielung.
—	1 939 (künstliche Gründ., Betonbankett und Pfeiler mit Bögen)																	
20 000	12 491	24,8	4,0	4,1	—	—	—	—	—	—	—	Ziegel	Fachwerk	Bretterbekleid.	Falzziegel	Durchfahrten Balkend., s. sichtb. Dachverb.	—	1580 Ctr. Rauhfourage. Bansen Cementestrich, Durchfahrten Feldsteinpflaster. — Lüftung durch Wolpertsche Sauger.
26 860	26 234	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22223 M f. Pflasterung, Chaussirung und Berasung, 3868 „ f. Entwässerung, 203 „ f. die Asch- u. Müllgrube.						
8 000	7 386	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—							
—	—	—	—	—	15 075 (8,0 %)	—	—	—	—	—	—	—	—	Ziegelrohbau mit Verblendst.	—	K. u. Treppenhaus gew., s. Balkend.	massiv aus Ziegeln mit Holzbelag	Das Grundstück ist an die städtische Wasserleitung angeschlossen.
49 500	45 675	207,5	12,4	—	—	1672 Kachelofen	137,5	—	—	427	85,4	Ziegel	Ziegel		Holzcement			Wohnung für den Proviantmeister, Controleur und Aufseher.
34 100	27 587	106,8	7,1	28,7	—	—	—	—	—	—	—	theils Beton, theils Ziegel	K., Treppenh. u. Westgiebel Ziegel, s. Ziegelfachwerk	Ziegelrohbau, bezw. Ziegelfachw., gefugt	Pappe	wie vor, d. Balkendecken a. Unterzügen u. Stielen	Granit, freitragend	9080 Ctr. Mehl. Fußböden: Dielung.
—	877 (Sacktransporteur zwischen d. Speicher und der Bäckerei)																	
34 090	30 942	20,5	3,0	4,0	—	—	—	—	—	—	—	Ziegel	Ziegelfachw., d. Theilungsmauern Ziegel	Ziegelfachwerk, gefugt	"	Durchfahrten Balkend., s. sichtb. Dachv.	—	10680 Ctr. Rauhfourage. Bansen Bretterboden auf Lehmschlag. Durchfahrten Feldsteinpflaster.
710	454 (theilweise künstliche Gründung, Pfeiler mit Bögen)																	
34 800	31 265	20,7	3,1	4,0	2595 M f. das Wiegehäuschen nebst Waage, 1259 „ f. den Abtritt, 4885 „ f. 95 m Umwehrungsmauer mit schmiedeeis. Gitter u. Gitter-Thoren, 4721 „ f. 360 m Bretterzaun mit gußeisernen Stützen, 154 „ f. 35 m Lattenzaun, 13539 „ f. Pflasterungen,							"	"	"	"	"	—	Bemerkung wie vor.
44 600	36 661	—	—	—								1929 M f. Wasserleitung außerh. d. Gebäude, 2492 „ f. Entwässerung, 1432 „ f. Gartenanlagen, 700 „ f. Asch- und Müllkasten (System Monier), 2935 „ f. den Röhrenbrunnen (47 m).					—	—
1 700	425	—	—	—													—	—
15 500	15 075	—	—	—													—	—
—	—	—	—	—	13 412 (6,6 %)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Balkend. auf Unterzügen u. Stielen	—	—
194 580	135 630	99,6	5,1	18,8	—	—	—	—	—	—	—	Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau	Doppelpappd.		Holz	51 520 Ctr. Mehl und Korn. Fußböden Dielung.
—	39 090 (künstl. Gründ., Brunnen bez. Senkkasten)																	
1 542	3 298	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	169 M f. Einebnung, 2531 „ f. Pflasterungen, 112 „ f. 173 qm Bekiesung, 303 „ f. Entwässerung, 183 „ f. die Ueberbrückung des Grabens.					—	—
6 378	10 360	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						—	
—	13 412	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						—	Die Entwässerung erfolgt theils oberirdisch, theils unterirdisch durch Thonrohrleitung.
—	—	—	—	—	17 846 (7,6 %)	—	—	—	—	—	—						—	
114 695	87 000	18,2	3,5	19,2	4580 M f. 2 Abtritte, 954 „ f. das Wiegehäuschen, 720 „ f. das Spritzenhaus, 571 „ f. das Feuerleiterdach, 2844 „ f. 64 m Umwehrungsmauer, 2170 „ f. 104 m Plankenzaun, 1612 „ f. Einebnung, 27184 „ f. 6187 qm Pflasterungen, 840 „ f. 2 Brunnen (12 m), 5961 „ f. Entwäss. u. Wasserl. außerh. d. Geb. 60 „ f. die Dunggrube, 2927 „ f. Verschiedenes.							Bruchsteine	Bruchsteine	Putzbau, Architekt.-Th. Werkst.	Holzcement	sichtb. Dachverb.	—	31 620 Ctr. Hafer. Tiefe Grundmauern. — Fußboden Asphalt. Wellblech-Schiebethüren.
37 102	29 458	22,0	4,7	25,8								"	"	"	"	"	—	14 100 Ctr. Roggen, sonst wie vor.
14 972	10 903	26,0	6,0	28,7								"	"	"	"	"	—	3260 Ctr. Mehl, sonst wie vor.
45 849	39 367	25,2	3,1	4,6								"	"	Moellons, Arch.-Th. Werkstein	Doppelpappd.	Durchfahrten Balkend., s. sicht. Dachv.	—	12 160 Ctr. Rauhfourage. Bansen Kalkbeton. Durchfahrten Feldsteinpflaster. Wellblech-Schiebethore.
48 362	50 423	—	—	—														
15 720	17 846	—	—	—														

4

Tabelle A.*)

Ausführungskosten der in vorstehenden Tabellen mitgetheilten Garnisonbauten auf 1 qm bebauter Grundfläche als Einheit bezogen.

Gebäude-Gattung	Kosten für 1 qm in Mark, rund: 20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	220	Anzahl der Bauten im ganzen	Genauer Durchschnittspreis für 1 qm ℳ
	Anzahl der Bauten:																													
1) Casernen, Stabs- und Handwerker-Gebäude:																														
a) eingeschossige Baracken-Casernen im wesentl. ohne Keller und ohne besondere Decke	—	—	—	—	2	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	43,7
b) Casernen, zweigeschossig, z. Th. unterkellert	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	2	145,1
c) desgl., drei- bis viergesch., desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1	—	—	4	185,0
d) desgl., desgl., ganz unterkellert	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	3	6	10	205,7
2) Wohngebäude für Verheirathete:																														
a) zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	3	—	—	5	179,7
b) dreigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3	226,8
3) Dienst- und Dienstwohngebäude:																														
a) zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	2	—	4	178,7
b) desgl. für Officiere	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	4	210,0
c) dreigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	207,5
4) Wirthschaftsgebäude:																														
a) eingeschossig, im wesentl. ohne Keller (Baracken-Cas.-Anl.)	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	59,6
b) eingeschossig, unterkellert	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	2	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	107,1
c) zweigeschossig, z. Th. unterkellert	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	123,7
5) Officier-Speiseanstalten:																														
a) eingeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	1	—	—	—	—	—	4	149,2
b) zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	203,8
6) Kammergebäude und Lagerhäuser:																														
a) eingeschossig (Baracken-Cas.-Anl.)	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	31,1
b) zweigeschossig } einschl. d. Dachgeschosses	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	67,3
c) dreigeschossig } einschl. d. Dachgeschosses	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	1	—	—	—	—	—	3	133,1
d) viergeschossig } einschl. d. Dachgeschosses	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	187,0
7) Pferdeställe einschl. der Krankenställe:																														
a) im wesentl. mit Balkendecken auf eis. Trägern und Säulen	—	—	—	—	—	—	—	3	3	3	—	5	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18	69,7
b) Officier-Pferdeställe, mit gew. Decken	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	98,4
8) Exercierhäuser und Reitbahnen	—	—	—	1	2	4	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	45,0
9) Wachtgebäude, zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	171,4
10) Büchsenmachereien	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	76,6
11) Beschlagschmieden	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	61,7
12) Waffenmeister-Werkstätten	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	47,1
13) Fahrzeug- und Geschützschuppen:																														
a) eingeschossig, ohne besond. Decke	—	—	1	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	35,0
b) zweigeschossig } einschl. d. Dachgeschosses	—	—	—	—	1	—	5	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	49,3
c) dreigeschossig } einschl. d. Dachgeschosses	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	77,7
14) Lazarethe:																														
a) Verwaltungsgebäude, eingesch.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	90,9
b) desgl., zweigesch., ohne Keller	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	112,6
c) „ 2- bis 3 gesch., unterkellert	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	2	153,5
d) „ dreigeschossig, desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	198,5
e) Krankenblocks, zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	138,1
f) Krankenbaracken, eingeschossig	—	—	—	—	—	—	—	1	—	2	1	1	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	72,0
15) Leichenhäuser	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	69,6
16) Desinfections-Anstalten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	106,0
17) Werkstättengebäude, zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	152,6
18) Bäckereien, z. Th. zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	2	130,2
19) Körner- usw. Magazine:																														
a) eingeschossig, ohne besond. Decke	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	21,1
b) 3- bis 5 gesch. } einschl. d. Dachgeschosses	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	99,5
c) sechsgeschossig } einschl. d. Dachgeschosses	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	109,5
20) Rauhfourage-Magazine	2	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	24,5
21) Stallgebäude bei Dienstwohngeb. usw.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	104,2
22) Abtrittsgebäude mit 6 bis 36 Sitzen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	6	3	1	3	—	—	—	—	—	—	16	126,7
zusammen																													161	—

*) Zur Vergleichung nicht geeignete Bauten haben in dieser Tabelle keine Aufnahme gefunden.

Tabelle B.*)

Ausführungskosten der in vorstehenden Tabellen mitgetheilten Garnisonbauten auf 1 cbm umbauten Raumes als Einheit bezogen.

Gebäude-Gattung	Kosten für 1 cbm in Mark, rund:																											Anzahl der Bauten im ganzen	Genauer Durchschnittspreis für 1 cbm ℳ
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	25		
	Anzahl der Bauten:																												
1) Casernen, Stabs- und Handwerker-Gebäude:																													
a) eingeschossige Baracken-Casernen im wesentl. ohne Keller und ohne besondere Decke	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	9,7
b) Casernen, zweigeschossig, z. Th. unterkellert	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	11,2 } 12,0
c) desgl., drei- bis viergesch., desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	11,1
d) desgl., desgl., ganz unterkellert	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	7	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	12,5
2) Wohngebäude für Verheirathete:																													
a) zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	3	—	—	—	—	—	—	5	15,1 } 14,5
b) dreigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	3	13,4
3) Dienst- und Dienstwohngebäude:																													
a) zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—	4	14,5
b) desgl. für Officiere	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1	—	—	—	4	18,2
c) dreigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	12,4
4) Wirthschaftsgebäude:																													
a) eingeschossig, im wesentl. ohne Keller (Baracken-Cas.-Anl.)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	9,2
b) eingeschossig, unterkellert	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	6	12,2 } 12,4
c) zweigeschossig, z. Th. unterkellert	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	13,6
5) Officier-Speiseanstalten:																													
a) eingeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	4	14,3 } 14,9
b) zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	17,4
6) Kammergebäude und Lagerhäuser:																													
a) eingeschossig (Baracken-Cas.-Anl.)	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	7,8
b) zweigeschossig } einschl. d. Dachgeschosses	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	7,9
c) dreigeschossig } einschl. d. Dachgeschosses	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	10,1 } 10,4
d) viergeschossig } einschl. d. Dachgeschosses	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	11,1
7) Pferdeställe:																													
a) im wesentl. mit Balkendecken auf eis. Trägern und Säulen	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	—	3	1	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	9,4
b) Officier-Pferdeställe, mit gew. Decken	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	13,8
c) Krankenställe mit Balkendecken	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	10,9
8) Exercierhäuser und Reitbahnen	—	—	—	—	1	1	1	3	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	6,4
9) Wachtgebäude, zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	15,3
10) Büchsenmachereien	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	2	17,2
11) Beschlagschmieden	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	12,1
12) Waffenmeister-Werkstätten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	11,3
13) Fahrzeug- und Geschützschuppen:																													
a) eingeschossig, ohne besond. Decke	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	7,2 } 6,9
b) zweigeschossig } einschl. d. Dachgeschosses	—	—	—	—	1	—	—	4	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	6,7
c) dreigeschossig } einschl. d. Dachgeschosses	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	6,7
14) Lazarethe:																													
a) Verwaltungsgebäude, eingesch.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	10,4
b) desgl., zweigesch., ohne Keller	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	12,1
c) „ 2- bis 3geschossig, unterkellert	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	3	13,7
d) Krankenblocks, zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	12,3
e) Krankenbaracken, eingeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1	1	1	—	1	—	—	—	—	—	—	7	12,8
15) Leichenhäuser	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	2	14,1
16) Desinfections-Anstalten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	25,1
17) Werkstättengebäude, zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	9,4
18) Bäckereien, z. Th. zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	2	14,8
19) Körner- usw. Magazine:																													
a) eingeschossig, ohne besond. Decke	—	2	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	4,4
b) dreigeschossig } einschl. d. Dachgeschosses	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	10,3
c) viergeschossig } einschl. d. Dachgeschosses	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	7,4
d) fünfgeschossig } einschl. d. Dachgeschosses	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	6,6
e) sechsgeschossig } einschl. d. Dachgeschosses	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	5,6
20) Rauhfourage-Magazine	3	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	3,4
21) Stallgebäude bei Dienstwohngeb. usw.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	1	1	—	—	—	—	6	16,5
22) Abtrittsgebäude mit 6 bis 36 Sitzen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	1	2	9	16	23,0
																											zusammen	161	—

*) Zur Vergleichung nicht geeignete Bauten haben in dieser Tabelle keine Aufnahme gefunden.

Statistische

betreffend die im Jahre 1895 vollendeten Hochbauten

(Bearbeitet im Auftrage des Herrn

Die vorliegenden Nachweisungen behandeln 161 im Jahre 1895 vollendete Hochbauausführungen der Eisenbahnverwaltung, welche ihrer Bestimmung gemäfs in nachstehender Weise geordnet sind:

I.	Empfangsgebäude	60	Bauanlagen,
II.	Güterschuppen	15	„
III.	Locomotivschuppen	20	„
IV.	Wasserthürme	7	„
V.	Maschinen- und Kesselhäuser	3	„
VI.	Gasanstalten	—	„
VII.	Werkstätten-Gebäude	8	„
VIII.	Magazine	4	„
IX.	Dienstgebäude	7	„
X.	Dienstwohn- u. Uebernacht.-Gebäude	37	„
	Zusammen	161	Bauanlagen.

Die in Spalte 3 der Tabellen angegebenen Eisenbahn-Directionen und Betriebsinspectionen entsprechen der am 1. April 1895 in Kraft getretenen neuen Verwaltungsordnung für die Staatseisenbahnen.

Bauleitungskosten sind nur in einzelnen Fällen mitgetheilt und dann nicht in die Kosten des Gebäudes, sondern nur in die Gesamtbaukosten (Spalte 13) aufgenommen worden, um die Vergleichbarkeit der Einheitspreise in Spalte 14 nicht zu stören.

Zur Bezeichnung der einzelnen Räume in den Grundrissen und Beischriften in Tabelle I: Empfangsgebäude, dienen nachstehende Abkürzungen. Es bedeutet:

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebsinspection	Zeit der Ausführung		Name des entwerfenden und ausführenden Baubeamten (bezw. der Behörde)	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe d. Geb. v. d. O.-K. d. Fundaments bis zu d. O.-K. d. Hauptgesimses	Höhen der einzelnen Geschosse			Zuschlag für d. ausgebaute Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7, 8 u. 10)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels			
							qm	qm	m	m	m	m	cbm	cbm	

I. Empfangs-

A. Empfangsgebäude nur

a) Eingeschos-

Nr.	2	3	von	bis	5	6	7 im Erdgeschofs	7 davon unterkellert	8	9a	9b	9c	10	11	12
1	Empfangsgebäude auf Haltestelle **Nieder-Kauffung**	Breslau *(Liegnitz 1)*	95	95	entw. v. Garais, ausgef. v. Hoogen		124,1 *81,4* *24,9* *17,8*	81,4 *81,4* — —	— *6,6* *4,65* *4,3*	2,8	3,1	(1,2)	—	729,6	—
2	desgl. **Willenberg**	„	95	95	„	wie vor.	124,1 *81,4* *24,9* *17,8*	81,4 *81,4* — —	— *7,6* *5,35* *5,0*	2,8	3,1	(1,2)	—	840,8	—
3	Erweiterung des Empf.-Geb. auf Bahnhof **Wesel** *(Anbau)*	Münster *(Wesel 1)*	95	95	Schmoll		183,0 *104,4* *78,6*	104,4 *104,4* —	— *8,15* *6,25*	2,5	5,25	—	—	1342,1	—
4	Warteraum IV. Klasse auf Bahnhof **Tilsit**	Königsberg *(Tilsit 2)*	94	95	entw. v. Bachmann, ausgef. v. Lincke		201,3 *43,9* *157,4*	43,9 *43,9* —	— *7,5* *6,35*	2,1	5,4	—	—	1328,7	—
5	Erweiterung des Empf.-Geb. auf Bahnhof **Oels** *(Anbau)*	Breslau *(Breslau 4)*	94	95	entw. bei der E.-D., ausgef. v. Sellin		263,2	—	7,04	—	4,21	1,33	—	1852,9	—
6	Warteraum für Arbeiter auf Bahnhof **Rheidt** *(Anbau)*	Köln *(Crefeld 2)*	94	95	entw. v. früh. E.-B.-A. Crefeld, ausgef. v. Lehmann	E = wt. v, ag.	277,5 *240,0* *37,5*	— — —	— *5,0* *4,5*	—	4,5 (4,0)	—	—	1368,8	—
7	Erweiterung des Empf.-Geb. auf Bahnhof **Reppen** *(Anbau)*	Posen *(Frankfurt a. O. 2)*	94	95	entw. bei d. E.-D. Breslau, ausgef. von Richard		331,7 *147,6* *117,5* *66,6*	147,6 *147,6* — —	— *9,67* *8,26* *6,17*	3,0	6,5 (4,78)	—	—	2840,5	—

Nachweisungen,

der preufsischen Staats-Eisenbahnverwaltung.

Ministers der öffentlichen Arbeiten.)

abf = Abfertigung,
af = Aufzug,
ag = Ausgabe von Fahrkarten,
ar = Anrichteraum, Buffet,
as = Arbeitsraum,
ast = Arbeiterstube,
br = Brennmaterial,
bw = Bahnwirthwohnung,
ca = Casse,
da = Damenzimmer,
df = Durchfahrt,
dg = Durchgang,
eg = Eilgut,
f = Flur,
fl = Flickstube,
fz = Fürstenzimmer,
g = Gesinde-, Mädchen-, Kellnerstube usw.
gb = Güterboden,
ge = Geräthe,
gp = Gepäck,
gz = Geschäftszimmer,
k = Küche,
ka = Kammer,
lch = Lichthof,
mat = Materialien,
p = Pissoir,
pf = Pförtner,
pk = Packkammer (der Post),
pl = Plättstube,
plz = Polze,
po = Postdienstraum,
rp = Rapporte,
s = Speisekammer,
sb = Stationsbureau,
ss = Speisesaal,
st = Stube,
sv = Stationsvorsteher,
sw = Stationsvorsteher-Wohnung,
t = Tunnel,
tg = Telegraph,
th = Treppenhaus,
tm = Telegraphenmeister,
ün = Uebernachtungsraum,
v = Vorhalle, Schalterhalle, Vorraum,
w = Wohnung,
wa = Waschzimmer, Toilette,
wch = Wachtzimmer,
wg = Wagenmeister,
wt = Wartesaal (die Zahlen darunter bedeuten die Wagenklasse),
za = Zahlstelle.

13		14					15	16						17						18
Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach		Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschließl. der in Spalte 16 aufgeführten Kosten)					Bauleitung	Kosten der						Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
			nach der Ausführung					Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung								
				für 1																
dem Anschlage	der Ausführung	nach dem Anschlage	im ganzen	qm	cbm	Nutzeinheit		im ganzen	für 100 cbm	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
Gebäude.																				
für Personenverkehr.																				
sige Bauten.																				
11 950	**10 940**	10 000 500 *(innere Einricht.)* 1 350 *(Abtrittsgebäude)* 100 *(Entwässerung)* — *(Bauleitung)*	8 300 620 1 370 250 400	66,9 99,3	11,4 18,5	— —	400 *(3,7%)*	262 *(Kachel- u. eis. Regulir-Füllöfen)*	140,9	—	—	—	—	Bruchsteine und Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau	Pappe	K. Betondecke, sonst Balkendecken	—	1 Dienstwohnung.
12 900	**12 899**	10 000 600 *(innere Einricht.)* 2 000 *(Abtrittsgebäude)* 300 *(Nebenanlagen)* — *(Bauleitung)*	9 200 800 1 764 335 800	74,1 105,0	10,9 19,6	— —	800 *(6,2%)*	259 *(wie vor)*	139,2	—	—	—	—	„	„	„	„	„	—	Wie vor. Nebenanlagen: 280 ℳ f. d. Entwässerung, 55 „ f. d. Müllgrube.
30 000	**28 670**	30 000 — *(Bahnsteighalle, Einfried. u. Umbau des alten Theiles)*	17 759 10 911	97,0	13,2	—	—	164 *(eiserne Oefen)*	27,1	186	18,6	—	—	Ziegel	Ziegelfachwerk	Bretterbekleidung	Holzcement	K. gewölbt, sonst verschalte Sparren	—	Unter dem Keller 0,4 m starke Betonsohle.
15 000	**12 316**	15 000	12 316	61,2	9,8	—	—	550 *(Kachelöfen)*	71,9	440	62,9	—	—	Feldsteine und Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau	Doppelpappdach	K. gew., sonst Balkendecken	—	—
19 500	**18 359**	19 500	18 359	69,8	9,9	—	—	626 *(Kachel- u. eis. Regulir-Füllöfen)*	65,8	83	3,8	—	—	Ziegel	„	„	Holzcement	Balkendecken	—	In den Warteräumen sichtbare Holzdecken.
17 000	**14 508**	17 000 — *(tiefe Gründung)*	13 269 1 239	47,8	9,7	—	—	505 *(eis. Säulenöfen)*	55,0	—	—	—	—	„	„	„	deutsch. Schiefer a. Schalung	ansteigende Holzdecke	—	Fufsboden: Asphalt auf Beton.
30 000	**26 000**	30 000 — *(innere Einricht.)* — *(Bauleitung)*	24 918 340 742	75,1	8,6	—	742 *(2,9%)*	250 *(eiserne Oefen)*	23,4	—	—	20	20,0	Bruchsteine	„	Ziegelrohbau mit Verblendsteinen	Vorraum Holzcement, sonst deutsch. Schiefer a. Schal.	K. gewölbt, sonst Balkendecken	Holz	In den Wartesälen sichtb. Holzdecken.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-inspection	Zeit der Ausführung		Name des entwerfenden und ausführenden Baubeamten (bezw. der Behörde)	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe d. Geb. v. d. O.-K. d. Fundaments bis zu d. O.-K. d. Hauptgesimses	Höhen der einzelnen Geschosse			Zuschlag f. d. ausgebaute Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7, 8 u. 10)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels			
							qm	qm	m	m	m	m	cbm	cbm	
8	Empfangsgebäude auf Bahnhof **Uerdingen**	Köln *(Crefeld 1)*	93	95	entw. v. Stöcktcht, ausgef. v. Schmale	im K: k. — E: sieh die Abbild.	426,2 *150,6* *168,2* *107,4*	130,6 *130,6* — —	— *7,5* *5,5* *5,1*	2,4	4,7	—	—	2562,3	—
													b) Theilweise zwei-		
9	desgl. auf Haltestelle **Studzienna**	Kattowitz *(Ratibor 1)*	95	95	entw. v. Schramke, ausgef. v. d. Bau-Abth. Ratibor	I, bezw. D = w.	104,1 *64,1* *40,3*	64,1 *64,1* —	— *9,3* *5,84*	2,4	E = 3,6 (I = 3,3)	(0,8)	30,0	861,5	—
10	desgl. **Bolatitz**	"	94	95	"	Wie vor.	104,1 *(Berechnung wie vor)*	64,1	—	2,4	E = 3,6 (I = 3,3)	(0,8)	30,0	861,5	—
11	desgl. **Kuchelna**	"	94	95	"	I = w.	121,2 *85,0* *36,2*	85,0 *85,0* —	— *10,6* *6,0*	2,5	E = 3,8 (I = 3,3)	—	—	1118,2	—
12	desgl. **Nievenheim**	Köln *(Köln 1)*	95	95	Putz	I = sw.	177,7 *126,8* *50,5*	126,8 *126,8* —	— *11,19* *6,8*	3,24	E = 4,1 (I = 3,3)	(0,55)	20,0	1785,0	—
13	desgl. auf Bahnhof **Mayen-West**	St. Johann-Saarbrücken *(Mayen)*	94	95	entw. v. Jaffke, ausgef. v. Wendt	im wesentlichen wie vor.	314,0 *141,5* *23,7* *148,8*	165,2 *141,5* *23,7* —	— *10,4* *6,9* *6,0*	2,6	E = 4,3 (I = 3,5)	—	120,0	2647,9	—
14	desgl. **Bruch**	Essen a. Ruhr *(Essen a. Ruhr 1)*	95	95	entw. v. Brohl, ausgef. v. Schäfer	I = Handgepäck, — I = bw.	386,4 *106,3* *190,0* *80,6* *15,3*	82,0 *19,3* *34,0* *28,7* —	*i. M. 11,3* *i. M. 6,8* *i. M. 6,0* *i. M. 5,5*	2,4	E = 4,85 (I = 3,65)	(1,0)	—	2998,9	—
15	desgl. **Westerhüsen**	Magdeburg *(Magdeburg 1)*	94	95	entw. v. Behrendt, ausgef. v. Mälter	I = pf, I = w. st.	445,5 *164,6* *211,5* *69,4*	164,6 *164,6* — —	— *10,91* *4,85* *6,07*	2,26	E = 5,98 (3,9) (I = 3,28)	—	—	3242,6	—
16	desgl. **Grizehne**	"	94	95	entw. v. Skalweit (R.-B. Behrendt), ausgef. von Freye	I = w.	515,4 *87,4* *38,8* *41,6* *69,3* *206,3* *82,1*	169,5 *87,4* — — — — *82,1*	— *10,3* *9,1* *6,6* *5,8* *7,85* *7,0*	2,5	E = 3,8 (5,9) (I = 3,3)	0,7 (1,8)	—	4115,1	—
17	Erweiterung des Empf.-Geb. auf Bahnhof **Ratibor** *(Anbau)*	Kattowitz *(Ratibor 1)*	94	95	entw. bei d. E.-D. Breslau, ausgef. v. Korth (R.-B. Lang)	im K: k, s, 2g, pl, fl, E: sieh d. Abbild. I = pf, — I = bw.	635,5 *320,6* *214,1* *60,8* —	455,6 *320,6* — *60,8* *34,2*	— *12,52* *9,34* *9,16* *2,5*	3,58	E = 4,66 (7,48) (I = 3,75)	(1,51)	—	7156,6	—
													c) Zweigeschos-		
18	Empfangsgebäude auf Bahnhof **Lossen**	Kattowitz *(Oppeln 1)*	95	95	entw. v. Schramke, ausgef. von Broustin	E = v, sb, mat, th, I: sieh d. Abbild.	155,5 *81,0* *74,5*	— — —	— *10,24* *i. M. 7,94*	—	E = 5,32 I = 3,82	—	40,0 *(Verstärkung der hinteren Mauer)*	1469,1	—
19	Erweiterung des Empf.-Geb. auf Bahnhof **Tilsit** *(Anbau)*	Königsberg *(Tilsit 2)*	95	95	entw. v. Bachmann, ausgef. v. Lincke	I = tin . . ., plz . . ., tm, as.	295,8 *146,4* *149,4*	146,4 *146,4* —	— *11,16* *9,3*	2,86	E = 4,0 I = 3,8	0,5	—	3023,2	—

13		14					15	16						17						18
Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach		Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 16 aufgeführten Kosten)					Bauleitung	Kosten der						Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
		nach dem Anschlage	nach der Ausführung					Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung								
			im ganzen	für 1																
dem Anschlage	der Ausführung			qm	cbm	Nutzeinheit		im ganzen	für 100 cbm	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M							
60 000	**44 543**	60 000 — —	41 104 956 (tiefe Gründung) 2 483 (innere Einricht.)	96,4	16,0	—	—	573 (eis. Regulir-Füllöfen)	42,5	600	16,2	182	—	Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau m. Verblendst., Architekt.-Th. Sandst.	deutscher Schiefer auf Pappe	K. gew., sonst Balkendecken	—	In den Wartesälen sichtb. Holzdecken.
geschossige Bauten.																				
14 900	**10 176**	13 000 1 900	8 809 1 367 (Nebengebäude)	84,4 75,5	10,2 17,5	— —	—	254 (Kachel- u. eis. Oefen)	82,4	—	—	—	—	Bruchsteine	"	Architekt.-Th. Ziegelrohbau, Flächen geputzt	Ziegelkronendach	"	Holz	Wohnung f. d. Haltestellenaufseher.
14 900	**11 870**	13 000 1 900	10 345 1 525 (Nebengebäude)	99,1 84,3	12,0 19,6	— —	—	265 (wie vor)	76,0	—	—	—	—	"	"	"	"	"	"	Wie vor.
18 100	**13 975**	16 000 2 100	12 260 1 715 (Nebengebäude)	101,2 94,8	11,0 22,0	— —	—	417 (wie vor)	96,6	—	—	—	—	"	"	"	"	"	"	Desgl. Tiefe Gründ., Pfeiler mit Bögen in Sp. 8 berücksichtigt.
—	**24 038**	— — —	19 655 3 103 (Nebengebäude) 1 280 (Nebenanlagen)	110,6 96,4	11,0 19,6	— —	—	(alte Oefen)		—	—	—	—	Ziegel	"	Ziegelrohbau m. Verblendst.	deutscher Schiefer auf Schalung	K. Betondecke, sonst Balkendecken	"	Wohnung für den Stations-Vorsteher. Nebenanlagen: 449 M f. d. Brunn. m. Pumpe, 356 " f. d. Entwässerung, 394 " f. Einfriedung, 81 " f. d. Müllgrube.
35 000	**36 879**	35 000	36 879	117,4	13,0	—	—	190 (eis. Oefen)	45,0	—	—	216	54,0	Bruchsteine	Bruchsteine	Architekt.-Th. Sandst., Flächen geputzt	"	"	Holz	Wie vor.
37 950	**32 137**	32 000 5 950 —	26 079 4 528 (Nebengebäude) 1 530 (Bauleitung)	67,5	8,7	—	1530 (4,8 %)	—	—	—	—	—	—	Ziegel	Ziegelfachw.	Ziegelfachwerk gefugt	Doppelpappdach	K. gew., sonst Balkendecken	"	Wohnung für den Bahnwirth.
40 620	**39 631**	40 620	39 631	88,9	12,2	—	—	661 (Kachel- u. eis. Oefen)	52,5	—	—	—	—	Kalkbruchsteine	Ziegel	Ziegelrohbau mit Verblendst.	Wartehallen- und Eilgut-Geb. deutsch. Schiefer auf Schal., Abtritt Doppelpappd., sonst Holzcement	K. und Durchfahrt Beton-, sonst Balkendecken	"	1 Dienstwohnung.
58 000	**51 099**	58 000 —	47 228 3 871 (innere Einricht.)	91,6	11,5	—	—	1610 (wie vor)	93,4	—	—	—	—	Bruchsteine	"	"	Doppelpappd., Schalterhalle Holzcement	K. gew., sonst Balkendecken	"	1 Dienstwohnung u. Wohnung für den Bahnwirth. In den Wartesälen sichtbare Holzdecken.
72 000	**71 938**	72 000 —	66 859 5 079 (innere Einricht.)	105,2	9,8	—	—	1152 (wie vor)	55,3	270	4,4	420	70,0	"	"	Putzbau	Holzcement	"	Eisen	Wohnung für den Bahnwirth.
sige Bauten.																				
17 500	**14 022**	17 500	14 022	90,2	9,5	—	—	241 (wie vor)	50,2	—	—	—	—	"	"	Ziegelrohbau	Falzziegel	K. z. Th. gewölbt, sonst Balkendecken	Granit zwisch. Mauern	An der Hinterfront liegt die Bodengleiche in der Höhe des I. Stockwerks.
43 800	**29 514**	43 800 —	28 939 605 (Gasleitung außerh. des Geb.)	97,6	9,6	—	—	1766 (wie vor)	130,8	600	50,0	—	—	Feldst. u. Ziegel	"	Ziegelrohbau, Gesimse und Abdeckungen geputzt	Holzcement	K. gew., sonst Balkend.	Granit freitragend	—

1	2	3	4	5	6	7		8	9			10	11	12
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-inspection	Zeit der Ausführung von bis	Name des entwerfenden und ausführenden Baubeamten (bezw. der Behörde)	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschofs	davon unterkellert	Gesamthöhe d. Geb. v. d. O.-K. d. Fundaments bis z. d. O.-K. d. Hauptgesimses	Höhen der einzelnen Geschosse a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels	Zuschlag für d. ausgebaute Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7, 8 u. 10)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten
						qm	qm	m	m	m	m	cbm	cbm	

d) Größere

Nr.	2	3	4	5	6	7		8	9a	9b	9c	10	11	12
20	Bauten auf d. Centralbahnhof **Osnabrück**	Münster (Osnabrück 2)	91–95	entw. [illegible] ausgef. v. Bergmann		—	—	—	—	—	—	—	—	—
	a) Empfangsgebäude		91–95		[illegible] Wohn- und Wirthschaftsräume des Bahnwirthes, [illegible] Abbildung, [illegible] 2 g	[illegible]	1733,[illegible]	[illegible]	3,[illegible]	—	—	[illegible]	44318,[illegible]	—
	b) Postschuppen am Hannoversch. Bahnsteig		91–95		[illegible]	118,[illegible]	—	[illegible]	—	[illegible]	[illegible]	50,[illegible]	865,[illegible]	—
	c) desgl. am Bremer Bahnsteig		91–95	—	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	2,[illegible]	[illegible]	—	—	592,[illegible]	—

B. Empfangsgebäude für

Bemerkung: [illegible] unter Nr. 21 bis 25 mitgetheilten [illegible] sowie die Angaben für das Empfangsgebäude

a) Empfangsgebäude

Nr.	2	3	4	5	6	7		8	9a	9b	9c	10	11	12
21	Empf.-Gebäude mit Güterschuppen auf Bahnhof **Schmiedeberg** (Bad)	Halle a. S. (Dessau 2)	[illegible]	entw. [illegible] E.-D. Erfurt, ausgef. v. Gellmann	I [illegible] im D. [illegible] 2 ka.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	a) Empfangsgebäude	—				[illegible]	[illegible]	[illegible]	2,[illegible]	I. = 4,[illegible] II. = 3,[illegible]	[illegible]	45,[illegible]	1490,5	—
	b) Güterschuppen	—		—	—	[illegible]	—	[illegible]	—	[illegible]	—	—	491,[illegible]	77 (m Güterboden)
22	desgl. **Düben**	[illegible]	[illegible]	entw. [illegible] E.-D. Erfurt ausgef. v. Moser	wie vor	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	a) Empfangsgebäude	—				[illegible]	[illegible]	[illegible]	2,[illegible]	E. = 4,[illegible] I. = 3,[illegible]	0,[illegible]	45,[illegible]	1387,3	—
	b) Güterschuppen	—		—	desgl.	[illegible]	—	[illegible]	—	[illegible]		—	461,6	77 (wie vor)

b) Empfangsgebäude

Nr.	2	3	4	5	6	7		8	9a	9b	9c	10	11	12
23	desgl. **Mensdorf**	wie vor	94–95	wie vor	I [illegible] w, im D.: st, 2 ka.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	a) Empfangsgebäude	—		—		[illegible]	[illegible]	[illegible]	2,[illegible]	E. = 4,[illegible] I. = 3,[illegible]	0,9	35,0	853,4	—
	b) Güterschuppen	—			—	[illegible]		[illegible]	—	[illegible]	[illegible]	—	131,0	20 (wie vor)
24	desgl. **Laufsig**	wie vor	94–95	wie vor	wie vor	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	a) Empfangsgebäude	—		—		[illegible]	[illegible]	[illegible]	2,6	E. = 4,[illegible] I. = 3,[illegible]	0,[illegible]	35,0	853,4	—
	b) Güterschuppen	—		—	—	[illegible]	—	[illegible]		1,[illegible]	—	—	131,0	20 (wie vor)

13		14					15	16						17						18
Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach		Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschließl. der in Sp. 16 aufgeführten Kosten)					Kosten der							Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
			nach der Ausführung				Bauleitung	Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung								
dem Anschlage	der Ausführung	nach dem Anschlage	im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Nutzeinheit		im ganzen	für 100 cbm	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M							
Empfangsgebäude.																				
881 800	676 609	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Die Grundmauern sind z. Th. sehr tief u. in Sp. 8 berücksichtigt. 2 Wohnungen. Im Speisesaale und in 2 Wartesälen sichtb. Holzdecken. Fußboden im K. Asphalt auf Beton, in der Eintrittshalle, den Fluren u. Aborten Mettlacher Fliesen, in den Wartesälen, dem Speisesaal u. d. Fürstenzimmern eichener Stabfußboden. Die Bahnsteige liegen in verschied. Höhe. Die in d. Grundriß dargestellten Räume liegen je in d. Höhe des Bahnsteiges.
—	—	847 000	847 856	[illegible]	14,5	—	—	14400 (Niederdruck-Dampfheizung) 487 (ein Regulir-Füllöfen)	178,2 43,5	5770	20,?	5710	75,?	Kalk- und Sandbruchsteine	Kalk- und Sandbruchsteine	hammerrecht bearbeitete Kalkbruchsteine, Architekt.-Th. Sandstein	Vorderseite und Eintrittshalle Falzziegel, sonst Holzcement	Eintrittshalle bombirtes Wellblech, K. und Flure gew., sonst Balkendecken	Sandstein	
—	—	18 300 2 500 (Postkarrenschuppen)	14 132 1 050	119,6	[illegible]	—		151 (ein Regulir-Füllöfen)	10,4	54	9,?	—	—	.	-	.	Falzziegel	Balkendecke	—	
—	—	17 000 — (Sandschüttung)	13 070 501	217,?	[illegible]	—	—	20 (eiserner Ofen)	18,?	46	[illegible]			.	K. u. E. wie vor, I. Ziegelfachwerk	wie vor, bezw. Ziegelfachwerk gefugt	.	K. gew., sonst Balkend.	—	—

Personen- und Güterverkehr.

Bauanlagen ist der Güterschuppen besonders abgerechnet,
und den Güterschuppen getrennt werden können.

13		14					15	16						17						18
dem Anschlage	der Ausführung	nach dem Anschlage	im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Nutzeinheit	Bauleitung	Heizung im ganzen	Heizung für 100 cbm	Gas im ganzen	für 1 Flamme	Wasser im ganzen	für 1 Hahn	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	Bemerkungen
theilweise zweigeschossig.																				
51 690	44 570	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Unterstes Bankett Beton, zweites Bankett Bruchsteine, darüber Ziegel	—		deutsch. Schablonenschiefer auf Pappe	—	—	—
—	—	23 760	19 400	121,?	13,0	—	—	338 (Kachel- u. eis. Öfen)	55,1	—	—	—	—		Ziegel	Ziegelrohbau mit Verblender		K. gew., sonst Balkend.	Holz	Die tiefen Grundmauern sind in Sp. 8 berücksichtigt. 1 Dienstwohnung
—	—	6 000 4 200 (Nebengebäude) 14 580 (Nebenanlagen) 3 150 (innere Einricht. usw.)	4 660 3 160 14 120 3 230	55,0 110,5	9,5 17,1	92,? —	—	—	—	—	—	—	—	Bankette Bruchst., darüber Ziegel	Ziegelfachwerk	Ziegelfachwerk gefugt	Doppelpappdach	sichtb. Dachs.		Grundmauern wie vor. Fußboden Asphaltplatt. a. Beton. Nebenanlagen: 2330 M f. d. Laderampe, 9500 " f. 1200 qm Pflaster, 450 " f. Befestigung d. Bahnsteiges, 1480 " f. d. Brunnen, Asch- u. Müllgr., 300 " f. Verschiedenes.
53 510	40 560					—				—	—	—	—			—				
—	—	23 760	18 240	116,1	13,1			110 (wie vor)	75,5		—	—	—							Grundmauern wie vor. 1 Dienstwohn.
—	—	6 000 4 200 (Nebengebäude) 16 000 (Nebenanlagen) 3 550 (innere Einricht. usw.)	4 600 2 750 11 740 3 230	54,3 96,2	10,0 15,1	59,? —	—	—	—				—							Grundmauern wie vor. Fußboden Asphaltplatten auf Beton. Nebenanlagen: 3600 M f. d. Laderampe, 7000 " f. 1200 qm Pflaster, 440 " f. Befestigung d. Bahnsteiges, 700 " f. Verschiedenes.
zweigeschossig.																				
25 130	19 490				—		—	—												
—	—	11 000	8 150	110,7	9,6	—	—	225 (wie vor)	58,?					unter Fortfall der Betonbankette Bauart wie bei Nr. 21.						1 Dienstwohnung.
—	—	2 100 3 100 (Nebengebäude) 6 980 (Nebenanlagen) 1 950 (innere Einricht. usw.)	1 730 2 300 4 990 2 320	68,7 86,8	14,2 17,6	86,?	—	—	—	—	—	—	—							Fußboden: Reihenpflaster. Nebenanlagen: 770 M f. d. Laderampe, 3070 " f. 620 qm Pflaster, 230 " f. Befestigung d. Bahnsteiges, 820 " f. d. Brunnen, Asch- u. Müllgr., 100 " f. Gartenanlagen.
25 120	20 210				—	—	—					—	—							
—	—	11 000	8 150	110,7	9,6	—	—	225 (wie vor)	58,0			—								1 Dienstwohnung.
—	—	2 100 3 100 (Nebengebäude) 6 970 (Nebenanlagen) 1 950 (innere Einricht. usw.)	1 720 2 260 5 800 2 280	68,3 85,3	13,1 17,3	86,6 —	—	—	—	—	—	—	—							Fußboden: Reihenpflaster. Nebenanlagen: 890 M f. d. Laderampe, 3720 " f. 620 qm Pflaster, 220 " f. Befestigung d. Bahnsteiges, 780 " f. d. Brunnen, Asch- u. Müllgr., 100 " f. Gartenanlagen.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	Zeit der Ausführung		Name des entwerfenden und ausführenden Baubeamten (bezw. der Behörde)	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe d. Geb. v. d. O.-K. d. Fundaments bis zu d. O.-K. d. Hauptgesimses	Höhen der einzelnen Geschosse			Zuschlag f. d. ausgebaute Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7, 8 u. 10)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a des Kellers	b des Erdgeschosses usw.	c des Drempels			
							qm	qm	m	m	m	m	cbm	cbm	
25	Empf.-Geb. m. Güterschuppen auf Bahnhof **Söllichau** a) Empfangsgebäude b) Güterschuppen	Halle a/S. *(Dessau 2)* —	94	95	entw. bei d. E.-D. Erfurt, ausgef. v. Gullmann	wie Nr. 23.	— 73,6 25,2	— 73,6 —	— 11,12 5,7	— 2,6 —	— E = 4,08; I = 3,54 3,8	— 0,9 —	— 35,0 —	— 853,4 143,6	— — 20 *(qm Güterbodenfl.)*
	Bemerkung: Bei den unter Nr. 26 bis 59 mitgetheilten Bausolafs die hier gemachten Angaben sich auf das Empfangs-														
	a) Empfangsgebäude														
26	desgl. auf Haltestelle **Holzkirch**	Breslau *(Görlitz 2)*	94	95	entw. bei d. E.-D. Berlin, ausgef. v. Galmert u. Hammer	im D: ka.	161,9 *47,6* *67,5* *46,8*	47,6 *47,6* — —	— *7,2* *5,9* *5,35*	2,5	3,6 (4,15)	1,1	30,0	1021,4	40 *(wie vor)*
	b) Empfangsgebäude theilweise														
27	desgl. **Kranowitz**	Kattowitz *(Ratibor 1)*	94	95	entw. v. Schramke, ausgef. v. d. Bau-Abth. Ratibor	Empfangsgebäude wie Nr. 11.	160,0 *85,0* *45,0* *30,0*	85,0 *85,0* — —	— *9,4* *4,85* *4,9*	2,5	E = 3,6 (2,6) (I = 3,3)	—	—	1164,8	28 *(wie vor)*
28	desgl. **Dt. Kravarn**	"	94	95	"	wie vor.	160,0 *(Berechnung wie vor)*	85,0	—	2,5	E = 3,6 (2,6) (I = 3,3)	—	—	1164,8	28 *(wie vor)*
29	desgl. **Luschwitz**	Posen *(Glogau 2)*	95	95	Deufel	Empfangsgebäude im wesentlichen wie Nr. 11.	195,9 *88,3* *42,7* *64,9*	131,0 *88,3* *42,7* —	— *10,6* *6,51* *6,15*	2,3	E = 3,5 (4,15) (I = 3,3)	(1,5)	—	1613,1	60 *(wie vor)*
30	desgl. auf Bahnhof **Daun**	St. Johann-Saarbrücken *(Mayen)*	94	95	entw. v. Lehmann, ausgef. v. Pröbsting	desgl.	221,6 *104,4* *8,0* *49,2* *59,9*	112,4 *104,4* *8,0* — —	— *9,8* *6,2* *4,8* *4,98*	2,3	E = 4,0 (3,40) (I = 3,2)	—	70,0	1676,8	48 *(wie vor)*
31	desgl. **Kaiserseseh**	"	94	95	entw. v. Lehmann, ausgef. v. Prior	"	221,6 *(Berechnung wie vor)*	112,4	—	2,3	E = 4,0 (3,40) (I = 3,2)	—	70,0	1676,8	48 *(wie vor)*
32	desgl. auf Haltestelle **Hartliebsdorf**	Breslau *(Görlitz 2)*	94	95	entw. bei d. E.-D. Berlin, ausgef. v. Klusche	"	228,3 *112,6* *57,0* *58,7*	112,6 *112,6* — —	— *10,7* *5,7* *5,7*	2,3	E = 3,6 (4,2) (I = 3,3)	(1,5)	—	1863,8	50 *(wie vor)*
33	desgl. auf Bahnhof **Bergneustadt**	Frankfurt a/M. *(Köln-Deutz 2)*	94	95	entw. u. ausgef. v. Oesten	"	237,9 *98,8* *13,8* *48,1* *77,2*	112,6 *98,8* *13,8* — —	— *11,43* *8,41* *8,18* *7,0*	2,53	E = 4,5 (I = 3,4)	(0,8)	100,0	2279,2	70 *(wie vor)*
34	desgl. auf Haltestelle **Neudorf-Dirsdorf**	Breslau *(Breslau 2)*	94	95	entw. bei d. E.-D., ausgef. v. Weckmann	wie Nr. 21, jedoch ohne po, ast.	205,8 *81,6* *28,2* *46,1* *49,9*	81,6 *81,6* — — —	— *9,1* *8,5* *5,5* *4,7*	2,3	E = 3,5 (3,0) (I = 3,3)	—	25,0	1495,3	42 *(wie vor)*
35	desgl. auf Bahnhof **Nimptsch**	"	94	95	"	wie vor.	278,4 *131,5* *32,1* *35,9* *78,9*	163,6 *131,5* *32,1* — —	— *10,46* *7,96* *6,1* *6,4*	2,5	E = 3,9 (3,6) (I = 3,3)	(0,2)	25,0	2351,1	68 *(wie vor)*

13		14					15	16						17						18
Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach		Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 16 aufgeführten Kosten)					Bauleitung	Kosten der						Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
		nach dem Anschlage	nach der Ausführung					Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung								
			im ganzen	für 1																
dem Anschlage	der Ausführung			qm	cbm	Nutzeinheit		im ganzen	für 100 cbm	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
25 150	21 840	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	unter Fortfall der Betonbankette Bauart wie bei Nr. 21.						1 Dienstwohnung. Fufsbod. i. Gütersch. Reihenpflaster.
—	—	11 000	11 610	157,7	13,6	—	—	223 (Kachel- u. eis. Oefen)	58,0	—	—	—	—							
—	—	2 100 3 100 (Nebengebäude) 7 000 (Nebenanlagen) 1 950 (innere Einricht. usw.)	1 840 2 280 4 110 2 000	73,0 86,0	12,8 17,4	92,0 —	—	—	—	—	—	—	—	„						Nebenanlagen: 550 ℳ f. die Laderampe, 2300 „ für 620 qm Pflaster, 250 „ Befestigung d. Bahnst., 850 „ f. d. Brunnen, Asch- u. Müllgrube, 160 „ für Einfried.
anlagen ist der Güterschuppen nicht besonders abgerechnet, gebäude und den Güterschuppen zusammen beziehen.																				
eingeschossig.																				
19 350	15 820	15 000 1 000 (innere Einricht.) 2 000 (Stallgebäude) 1 350 (Abtrittsgebäude)	11 400 1 000 1 897 1 313	70,4 59,0 153,0	11,2 11,4 25,8	— — —	—	220 (wie vor)	89,7	—	—	—	—	Bankette Bruchsteine, darüb. Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau	deutsch. Schiefer auf Pappe, Gütersch. Holzcement	K. gew., sonst Balkend.	Holz	1 Dienstwohnung.
zweigeschossig.		— (Entwässerung)	210																	
19 400	15 601	17 500 1 900 (Nebengebäude)	14 116 1 485	88,2 82,0	12,1 21,8	— —	—	363 (wie vor)	83,5	—	—	—	—	Bruchsteine	„	Architekt.-Th. Ziegelrohbau, Flächen geputzt	Ziegelkronendach	„	„	Wie vor.
19 400	17 085	17 500 1 900 (Nebengebäude)	15 542 1 493	97,1 82,5	13,3 22,0	— —	—	363 (wie vor)	83,5	—	—	—	—	„	„	„	„	„	„	desgl.
29 700	15 943	25 700 4 000 (Nebengebäude) — (Brunnen)	13 102 2 007 834	66,9 40,0	8,1 9,6	— —	—	275 (wie vor)	66,3	—	—	—	—	Bankette Bruchsteine, darüb. Ziegel	Ziegel, Güterschupp. Ziegelfachw.	Ziegelrohbau, bezw. Ziegelfachwerk gefugt	Cementplatten, Anbauten Pappe	„	„	desgl.
23 900	21 346	23 900	21 346	96,3	12,7	—	—	260 (eis. Oefen)	44,8	—	—	126	42,0	Kalkbruchst.	Bimssandsteine	Arch.-Th. Sandst., Flächen Spritzbewurf	deutsch. Schiefer auf Schalung	„	„	desgl.
23 900	21 703	23 900	21 703	97,9	12,9	—	—	502 (eis. Oefen f. Steinkohle)	86,6	—	—	53	26,5	„	„	Geh.-Eck. Basaltlava, sonst wie vor	„	„	„	desgl.
31 500	26 946	21 000 2 500 (innere Einricht.) 3 000 (Abtrittsgebäude) 1 000 (Stallgebäude) 1 000 (Nebenanlagen)	19 735 1 620 2 719 1 077 1 786	86,6 88,4 64,8	10,6 16,3 14,4	— 453,2 —	—	615 (Kachel- u. eis. Regul.-Füllöfen)	105,8	—	—	—	—	Bankette Sandbruchsteine, darüber Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau mit Verblendsteinen	Gütersch. Holzcement, sonst wie vor	K. Betond., sonst Balkend.	„	1 Dienstwohnung. Nebenanlagen: 760 ℳ f. d. Brunnen (7,4 m) u. die Aschgrube, 480 „ f. d. Entwässerung, 546 „ f. d. Umwehrung d. Hofes.
41 000	36 501	34 000 2 000 (Postraum) 5 000 (Nebengebäude) — (Bauleitung)	28 301 1 463 4 220 2 517	119,0 74,6 96,6	12,4 18,7 21,2	— — —	2517 (6,9%)	499 (eis. Oefen)	63,0	—	—	163	40,8	Bruchsteine	Ziegelfachwerk	Schiefer-, i. D. Holz-Bekleidung	Güterschupp. Pappe, sonst deutsch. Schiefer auf Schal.	K. gew., sonst Balkend.	„	1 Dienstwohnung.
25 000	23 108	19 300 1 300 (innere Einricht.) 3 800 { (Abtrittsgebäude) (Stallgebäude) 600 (Nebenanlagen)	17 481 1 847 2 029 1 149 597	85,0 80,6 54,5	11,7 19,1 14,7	— 338,2 —	—	647 (Kachel- u. eis. Regul.-Füllöfen)	110,2	—	—	—	—	„	Ziegel	Ziegelrohbau	Kronendach von blaugrau glas. Ziegeln	„	„	1 Dienstwohnung u. 1 Stube für einen unverheiratheten Beamten.
31 000	30 520	25 000 1 600 (innere Einricht.) 3 800 { (Abtrittsgebäude) (Stallgebäude) 600 (Nebenanlagen)	24 903 1 711 1 965 1 159 782	80,5 78,1 55,0	10,6 16,2 14,9	— 327,6 —	—	988 (wie vor)	123,6	—	—	—	—	„	„	„	„	„	„	Wie vor. Tiefe Grundmauern (in Spalte 8 berücksichtigt.)

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	Zeit der Ausführung		Name des entwerfenden und ausführenden Baubeamten (bezw. der Behörde)	Grundriß nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe d. Geb. v. d. O.-K. d. Fundaments bis zu d. O.-K. d. Hauptgesimses	Höhen der einzelnen Geschosse			Zuschlag für d. ausgebaute Dachgeschoß, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7, 8 u. 10)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten
			von	bis			im Erdgeschoß	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels			
							qm	qm	m	m	m	m	cbm	cbm	
36	Empf.-Geb. m. Güterschuppen auf Bahnhof **Ober-Kauffung**	Breslau *(Liegnitz 1)*	94	95	entw. v. Gareis, ausgef. v. Hoogen	I — w.	270,2 *119,1* *24,6* *49,0* *77,5*	143,7 *119,1* *24,6* — —	— *10,8* *7,6* *6,6* *6,3*	2,5	{E = 4,0 {I = 3,3	(1,0)	50,0	2334,9	66 *(qm Güterboden f.)*
37	desgl. auf Haltestelle **Neukirch a K.**	„	94	95	„	wie vor.	270,2 *(Berechnung*	143,7 *wie vor)*	—	2,5	{E = 4,0 {I = 3,3	(1,0)	50,0	2334,9	66 *(wie vor)*
38	desgl. auf Bahnhof **Pilgramsdorf**	Breslau *(Görlitz 2)*	94	95	entw. bei d. E.-D. Berlin, ausgef. v. Ratkowsky	desgl.	270,2 *119,1* *24,6* *49,0* *77,5*	143,7 *119,1* *24,6* — —	— *11,1* *7,6* *6,6* *6,0*	2,5	{E = 4,0 {I = 3,6	(1,0)	65,0	2362,4	66 *(wie vor)*
39	desgl. auf Haltestelle **Neudorf a. Gröditzberge**	„	94	95	„	„	284,5 *107,2* *13,4* *28,5* *34,6* *57,2* *) *23,4*	149,1 *107,2* *13,4* *28,5* — — —	— *10,4* *12,1* *7,1* *6,15* *5,9* *4,8*	2,3	{E = 4,0 {I = 3,3	(0,8)	80,0	2346,2	48 *(wie vor)*
40	desgl. auf Bahnhof **Hermsdorf-Bad**	Breslau *(Liegnitz 1)*	94	95	entw. v. Gareis, ausgef. v. Hoogen	im wesentlichen wie Nr. 36.	349,1 *133,5* *86,9* *77,5* *) *51,2*	133,5 *133,5* — — —	— *10,9* *7,2* *6,7* *5,55*	2,5	{E = 4,0 {I = 3,3	(1,1)	—	2884,1	78 *(wie vor)*
41	desgl. **Marklissa**	Breslau *(Görlitz 2)*	94	95	entw. bei d. E.-D. Berlin, ausgef. v. Galmert u. Hammer	desgl.	354,0 *150,1* *96,2* *107,7*	150,1 *150,1* — —	— *10,9* *7,28* *7,15*	2,3	{E = 4,0 (4,85) {I = 3,3	(1,8)	80,0	3186,5	95 *(wie vor)*
42	desgl. **Schönau a K.**	Breslau *(Liegnitz 1)*	94	95	entw. v. Gareis, ausgef. v. Hoogen	„	394,0 *129,8* *20,3* *31,5* *64,7* *127,1* *20,6*	181,6 *129,8* *20,3* *31,5* — — —	— *11,0* *14,0* *7,88* *6,78* *5,5* *4,33*	2,5	{E = 4,0 {I = 3,3	(1,2)	65,0	3252,1	112 *(wie vor)*
43	desgl. **Horn-Meinberg**	Hannover *(Hameln 2)*	94	95	entw. v. v. Rutkowski (Reg.-B. Hartwig), ausgef. v. Diesel (R.-B. Bergkammer)	I — w.	447,9 *156,0* *55,2* *95,9* *105,6* *35,2*	211,2 *156,0* *55,2* — — —	— *11,0* *7,6* *6,1* *5,55* *4,0*	2,5	{E = 4,5 (4,15) {I = 3,4	(0,6)	—	3457,4	85 *(wie vor)*

*) Die offene Wartehalle ist nur mit der halben Grundfläche in Ansatz gebracht.

13		14					15	16						17						18
Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach		Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 16 aufgeführten Kosten)					Kosten der							Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
dem Anschlage	der Ausführung	nach dem Anschlage	nach der Ausführung im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Nutzeinheit	Bauleitung	Heizungsanlage im ganzen	Heizungsanlage für 100 cbm	Gasleitung im ganzen	Gasleitung für 1 Flamme	Wasserleitung im ganzen	Wasserleitung für 1 Hahn	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.							
39500	34360	32000 3000 (innere Einricht.) 4000 (Nebengebäude) 500 (Entwässerung) — (Bauleitung)	28100 2550 2320 490 900	104,0 108,0	12,0 21,3	— —	900 (2,6%)	500 (Kachel- u. eis. Regulir-Füllöfen)	98,3	—	—	—	—	Bankette Bruchsteine, darüber Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau	Güterschupp. Holzcement, sonst deutsch. Schiefer auf Schalung	K. Betondecke, sonst Balkendecken	Holz	1 Dienstwohnung.
39000	32352	32000 2500 (innere Einricht.) 2000 (Abtrittsgebäude) 1000 (Stallgebäude) 1500 (Nebenanlagen) — (Bauleitung)	26000 2258 1486 991 617 1000	96,2 88,5 59,7	11,1 16,5 9,1	— 371,5 —	1000 (3,1%)	603 (wie vor)	100,5	—	—	—	—	„	„	„	„	„	„	Wie vor. Nebenanlagen. 160 M. f. d. Entwässerung, 157 „ f. d. Hofumwehrung.
39500	31017	32000 2500 (innere Einricht.) 3000 (Abtrittsgebäude) 1000 (Stallgebäude) 1000 (Nebenanlagen)	23410 2067 2513 1036 1982	86,7 81,7 62,8	9,0 15,2 13,8	— 118,8	—	968 (wie vor)	110,4	—	—	—	—	„	„	„	„ Wartehalle Pappe, Güterschupp. Holzcement, sonst deutsch. Schiefer auf Schalung	„	„	Wohnungen für den Stat. Vorsteher und d. Bahnwirth. Nebenanlagen: 408 M. f. d. Brunnen (8,3 m), 250 „ f. d. Aschgrube, 784 „ f. d. Entwässerung, 540 „ f. d. Hofumwehrung.
39500	34148	32000 2500 (innere Einricht.) 3000 (Abtrittsgebäude) 1000 (Stallgebäude) 1000 (Nebenanlagen)	24516 2010 2586 929 4077	86,2 84,1 55,9	10,4 15,5 12,1	— 431,0		883 (wie vor)	120,8				—	„	„	Ziegelrohbau mit Verblendsteinen		K. gew., sonst Balkendecken	Holz	Wie vor. Nebenanlagen: 2225 M. f. d. Brunnen (21 m), 187 „ f. d. Aschgrube, 1120 „ f. d. Entwässerung, 545 „ f. d. Hofumwehrung.
57600	43091	47000 2500 (innere Einricht.) 5600 (Abtrittsgebäude) 1000 (Stallgebäude) 1500 (Nebenanlagen) — (Bauleitung)	34000 2795 2903 1195 1198 1000	97,4 94,4 71,9	11,8 18,2 10,3	— 48? —	1000 (2,3%)	592 (wie vor)	97,0	—	—	—		„	„	Ziegelrohbau	„	K. Betondecke, sonst Balkendecken	Holz	1 Dienstwohnung. Nebenanlagen: 732 M. f. d. Entwässerung, 166 „ f. d. Hofumwehrung.
49600	42828	40000 — (offene Wartehalle) 3500 (innere Einricht.) 2000 (Abtrittsgebäude) 4100 (Stallgebäude) — (Entwässerung)	31000 2000 3500 1654 4124 550	87,5 16,8 98,6 44,2	9,7 3,3 17,4 8,6	— — 111,5 —		710 (wie vor)	90,?	—	—	—	—	„	„	„	Güterschuppen u. Wartehalle Pappe, sonst wie vor	K. gew., sonst Balkendecken	Holz	Fufsboden im K. Beton. Wohnungen für den Stations-Vorsteher und den Bahnwirth.
52800	43417	44000 4000 (innere Einricht.) 3000 (Abtrittsgebäude) 1000 (Stallgebäude) 800 (Nebenanlagen) — (Bauleitung)	34800 3420 2370 1063 564 1200	88,3 77,0 64,0	10,2 13,9 10,2	— 395,0 —	1200 (2,8%)	711 (wie vor)	92,0	—	—		—	„	„	„	Güterschuppen und Postanbau Pappe, sonst wie vor	„	„	Wohnungen wie vor. Nebenanlagen: 304 M. f. d. Entwässerung, 104 „ f. d. Asch- u. Müllgrube, 157 „ f. d. Kohlenschuppen.
48800	47392	40000 1000 (innere Einricht.) 4300 (Nebengebäude) 500 (Nebenanlagen) — (Bauleitung)	36778 4000 3973 541 2100	82,1 73,9	10,7 —	— —	2100 (4,4%)	600 (eiserne Oefen)	57,8	—		—	—	Bruchsteine	„	„	Güterschuppen Holzcement, sonst Dachziegel	„	Holz	1 Dienstwohnung. Nebenanlagen: 190 M. f. d. Brunnen, 351 „ f. 23,2 m Hofumwehrung.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	Zeit der Ausführung		Name des entwerfenden und ausführenden Baubeamten (bezw. der Behörde)	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe d. Geb. v. d. O.-K. d. Fundaments bis zu d. O.-K. d. Hauptgesimses	Höhen der einzelnen Geschosse			Zuschlag für d. ausgebaute Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7, 8 u. 10)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels			
							qm	qm	m	m	m	m	cbm	cbm	
														b) Empfangsgebäude	
44	Empf.-Geb. nebst Gütersch. auf Haltestelle **Järischau**	Breslau (*Liegnitz 2*)	94	95	entw. bei d. E.-D. Berlin, ausgef. v. Smierzchalski	im wesentlichen wie Nr. 23.	149,1 *54,0* *30,9* *64,2*	54,0 *54,0* — —	— *10,3* *9,75* *6,68*	2,3	E = 3,7 (4,68) (I = 3,3)	(1,0)	—	1256,3	61 (*qm Güterbodenfläche*)
45	desgl. **Lohnig**	"	94	95	"	desgl.	149,1	54,0 (*Berechnung wie vor*)	—	2,3	E = 3,7 (4,68) (I = 3,3)	(1,0)	—	1286,3	61 (*wie vor*)
46	desgl. **Schöneiche**	"	94	95	"	"	139,9 *57,5* *25,7* *56,7*	57,5 *57,5* — —	— *10,3* *8,93* *4,95*	2,45	E = 3,6 (I = 3,3)	(0,96)	—	1100,4	48 (*wie vor*)
47	desgl. **Steinkirch**	Breslau (*Görlitz 2*)	94	95	entw. bei d. E.-D. Berlin, ausgef. v. Galmert u. Hammer	"	141,6 *83,2* *58,4*	57,5 *57,5* —	— *10,9* *6,23*	2,45	E = 3,6 (I = 3,3)	(0,96)	—	1270,7	48 (*wie vor*)
48	desgl. **Ober-Mois**	Breslau (*Liegnitz 2*)	94	95	entw. bei d. E.-D. Berlin, ausgef. v. Smierzchalski	Empfangsgebäude im wesentlichen wie Nr. 11.	173,1 *713* *°391* *68,1*	71,1 *71,1* — —	— *10,45* *9,15* *6,35*	2,5	E = 3,5 (4,85) (I = 3,3)	(1,15)	—	1485,6	58 (*wie vor*)
49	desgl. **Buchwald-Ellguth**	"	94	95	"	desgl.	173,1	71,1 (*Berechnung wie vor*)	—	2,5	E = 3,5 (4,85) (I = 3,3)	(1,15)	—	1485,6	58 (*wie vor*)
50	desgl. **Gäbersdorf-Beckern**	"	94	95	"	"	204,8 *71,1* *33,9* *99,8*	71,1 *71,1* — —	— *10,45* *9,15* *6,35*	2,5	E = 3,5 (4,85) (I = 3,3)	(1,15)	—	1683,7	86 (*wie vor*)
51	desgl. **Remminghausen**	Hannover (*Hameln 2*)	94	95	entw. von v. Rutkowski (R.-B. Hartwig), ausgef. von Diesel (R.-B. Bergkammer)	I = w.	170,5 *115,5* *55,0*	115,5 *115,5* —	— *10,8* *5,4*	2,6	E = 4,0 (I = 3,4)	(0,8)	—	1544,4	52 (*wie vor*)
52	desgl. **Leopoldsthal**	"	94	95	entw. wie vor, ausgef. von Diesel (R.-B. Kaupe)	wie vor.	170,5	115,5 (*Berechnung wie vor*)	—	2,6	E = 4,0 (I = 3,4)	(0,8)	—	1544,4	52 (*wie vor*)

13		14					15	16						17						18
Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach		Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 16 aufgeführten Kosten)					Bauleitung	Kosten der						Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
			nach der Ausführung					Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung								
				für 1																
dem Anschlage	der Ausführung	nach dem Anschlage	im ganzen	qm	cbm	Nutzeinheit		im ganzen	für 100 cbm	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
zweigeschossig.																				
22 500	**18 311**	16 500 1 500 (innere Einricht.) 2 000 (Abtrittsgebäude) 1 400 (Stallgebäude) 1 100 (Nebenanlagen)	12 823 1 253 1 892 1 622 721	86,0 112,7 50,5	10,0 19,9 10,8	— 473,0 —	—	210 (Kachel- u. eiserne Oefen)	68,1	—	—	—	—	Bruchsteine	Güterschupp. Ziegelfachw., sonst Ziegel	Ziegelrohbau, bezw. Ziegelfachwerk gefugt	Güterschuppen Pappe, sonst deutsch. Schiefer auf Schalung	K. gew., sonst Balkendecken	Holz	1 Dienstwohnung. Nebenanlagen: 159 ℳ f. d. Entwässerung, 374 „ f. d. Brunnen, 188 „ f. d. Hofumwehrung.
22 500	**18 978**	16 500 1 500 (innere Einricht.) 2 000 (Abtrittsgebäude) 1 400 (Stallgebäude) 1 100 (Nebenanlagen)	13 311 1 213 1 911 1 608 935	89,3 113,8 50,1	10,3 20,1 10,8	— 477,8 —	—	210 (wie vor)	68,1	—	—	—	—	„	„	„	„	„	Holz	1 Dienstwohnung. Nebenanlagen: 174 ℳ f. d. Entwässerung, 568 „ f. d. Brunnen, 193 „ f. d. Hofumwehrung.
22 000	**17 553**	16 000 1 500 (innere Einricht.) 2 000 (Abtrittsgebäude) 1 400 (Stallgebäude) 1 100 (Nebenanlagen)	12 386 1 331 1 924 1 006 906	88,5 114,6 58,8	11,3 20,3 11,2	— 481,0 —	—	242 (wie vor)	79,5	—	—	—	—	„	Ziegel	Ziegelrohbau	Güterschuppen Holzcement, sonst wie vor	„	Holz	1 Dienstwohnung. Nebenanlagen: 301 ℳ f. d. Entwässerung, 401 „ f. d. Brunnen, 204 „ f. d. Hofumwehrung.
19 800	**18 710**	15 000 1 450 (innere Einricht.) 1 350 (Abtrittsgebäude) 2 000 (Stallgebäude) — (Entwässerung)	13 350 1 450 1 403 2 387 120	94,3 163,5 74,3	10,5 27,6 14,7	— 701,5 —	—	300 (Kachel- u. eis. Regulir-Füllöfen)	98,0	—	—	—	—	Bruchsteine, darüber Ziegel	„	„	„	K. Betondecke, sonst Balkendecken	Holz	1 Dienstwohnung. Fufsboden im Güterschuppen Asphalt.
27 000	**21 627**	21 000 1 500 (innere Einricht.) 2 000 (Abtrittsgebäude) 1 400 (Stallgebäude) 1 100 (Nebenanlagen)	16 298 1 320 1 912 1 197 900	94,2 113,9 69,9	11,0 20,1 13,3	— 478,0 —	—	342 (wie vor)	98,4	—	—	—	—	„	„	„	Güterschuppen Pappe, sonst wie vor	K. gew., sonst Balkendecken	„	1 Dienstwohnung. Nebenanlagen: 215 ℳ f. d. Entwässerung, 476 „ f. d. Brunnen, 209 „ f. d. Hofumwehrung.
27 000	**20 638**	21 000 1 500 (innere Einricht.) 2 000 (Abtrittsgebäude) 1 400 (Stallgebäude) 1 100 (Nebenanlagen)	15 602 1 353 1 875 991 817	90,2 111,7 57,9	10,5 19,7 11,0	— 468,8 —	—	341 (wie vor)	98,2	—	—	—	—	„	„	„	„	„	Holz	1 Dienstwohnung. Nebenanlagen: 264 ℳ f. d. Entwässerung, 356 „ f. d. Brunnen, 197 „ f. d. Hofumwehrung.
28 500	**22 860**	22 000 2 000 (innere Einricht.) 2 000 (Abtrittsgebäude) 1 400 (Stallgebäude) 1 100 (Nebenanlagen)	17 498 1 502 1 869 1 078 913	85,6 111,3 63,0	10,4 19,7 12,0	— 467,2 —	—	339 (wie vor)	97,6	—	—	—	—	„	„	„	„	„	Holz	1 Dienstwohnung. Nebenanlagen: 241 ℳ f. d. Entwässerung, 409 „ f. d. Brunnen, 203 „ f. d. Hofumwehrung.
25 250	**24 657**	20 000 2 000 (innere Einricht.) 3 250 (Nebengebäude) — (Hofumwehrung) — (Bauleitung)	18 862 1 600 2 600 395 1 200	110,6 91,5	12,2 —	— —	1200 (4,9 %)	500 (eiserne Oefen)	121,6	—	—	—	—	Bruchsteine	Ziegel, Güterschupp. Ziegelfachw.	Ziegelrohbau, bezw. Ziegelfachwerk gefugt	Güterschuppen Holzcement, sonst wie vor	„	Holz	1 Dienstwohnung.
25 250	**24 480**	20 000 2 000 (innere Einricht.) 3 250 (Nebengebäude) — (Hofumwehrung) — (Bauleitung)	18 640 1 700 2 600 340 1 200	109,3 91,5	12,1 —	— —	1200 (4,9 %)	500 (wie vor)	121,6	—	—	—	—	„	„	„	„	„	„	Wie vor.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	Zeit der Ausführung		Name des entwerfenden und ausführenden Baubeamten (bezw. der Behörde)	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe d. Geb. v. d. O.-K. d. Fundaments bis zu d. O.-K. d. Hauptgesimses	Höhen der einzelnen Geschosse			Zuschlag für d. ausgebaute Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7, 8 u. 10)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels			
							qm	qm	m	m	m	m	cbm	cbm	
															c) Empfangsgebäude und Güter-
53	Empfangsgeb. nebst Gütersch auf Haltestelle **Pelm**	St. Johann-Saarbrücken *(Mayen)*	94	95	entw. v. Lehmann, ausgef. v. Bechtel	wie Nr. 23.	113,3 *51,0* *62,3*	51,0 *51,0* —	— *9,05* *7,8*	2,35	E = 4,0 (3,5) I = 3,2	—	—	947,5	34 (qm Güterbodenfläche)
54	desgl. **Dockweiler-Dreis**	"	94	95	"	desgl.	Mafse und Angaben wie vor								
55	desgl. **Darscheid**	"	94	95	ausgef. von Pröbsting, sonst wie vor	"	Mafse und Angaben wie vor								
56	desgl. **Ulmen**	"	94	95	ausgef. von Blankenagel, sonst wie vor	"	Mafse und Angaben wie vor								
57	desgl. **Uersfeld**	"	94	95	"	"	Mafse und Angaben wie vor								
58	desgl. **Laubach-Müllenbach**	"	94	95	entw. v. Lehmann, ausgef. v. Prior	"	Mafse und Angaben wie vor								
59	desgl. **Monreal**	"	94	95	ausgef. von Wendt, sonst wie vor	"	113,3 *51,0* *62,3*	51,0 *51,0* —	— *9,05* *8,8*	2,35	E = 4,0 (3,5) I = 3,2	—	—	1009,8	34 (wie vor)
															C. Bahnsteig-
60	Bahnsteighalle auf Bahnhof **Neu-Offenbach**	Frankfurt a. M. *(Frankfurt a. M. 1)*	95	95	entw. v. Biegelstein, ausgef. v. Müller	—	657,0 (qm bedachte Fläche)	—	—	—	4,58	—	—	—	—

Zur Bezeichnung der einzelnen Räume in den Grundrissen und Beischriften der Tabelle 11 dienen nachstehende Abkürzungen.
Es bedeutet: *abf* = Abfertigung, *ag* = Ausgabe, *an* = Annahme } von Gütern,

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12
															II. Güter-
															A. Güterschuppen ohne
															a) Fachwerk-
1	Erweiterung des Güterschuppens auf Bahnhof **Mühlhausen** (Anbau)	Erfurt *(Gotha 2)*	94	95	entw. v. Caspar, ausgef. v. Mauskopff	E = gb (lm eingebaut).	337,5	—	7,73	—	5,4	—	—	2608,9	316 (wie vor)
															b) Massive
2	desgl. der Güterannahmestelle in **Eutritzsch** (Anbau)	Halle a. S. *(Leipzig 2)*	95	95	entw. u. ausgef. v. Buff	E = gb.	155,3	—	5,9	—	4,5	—	—	916,3	142 (wie vor)
3	Güterschuppen auf Bahnhof **Castrop**	Essen a. Ruhr *(Dortmund 1)*	95	95	desgl. von Ulrich	E = gb (lm eingebaut).	222,6	222,6	7,65	2,5	5,15	—	—	1702,9	177 (wie vor)
															B. Güterschuppen mit
															a) Fachwerk-
4	Gütersch. nebst Abfert.-Geb. auf Bahnhof **Bruch**	Essen a. Ruhr *(Essen a. Ruhr 1)*	95	95	entw. v. Brohl, ausgef. v. Schäfer	im wesentlichen wie Nr. 12.	297,0	297,0	8,2	2,47 (2,35)	4,75	—	—	2435,4	189 (wie vor)
															b) Massive
															1. Abfertigungsgebäude
5	Erweit. desgl. **Liegnitz** (Anbau)	Breslau *(Liegnitz 1)*	95	95	entw. v. Sartig (R.-B. Franzen), ausgef. von Kiekhöfer	im wesentlichen wie Nr. 10.	175,4	175,4	7,64	2,50	5,05 (4,22)	(0,88)	—	1340,1	68 (wie vor)
6	Erweiterung des Zollrevis.-Schuppens auf Bahnhof **Kaldenkirchen** (Anbau)	Köln *(Crefeld 2)*	95	95	entw. bei d. früh. E.-B.-A. Crefeld, ausgef. v. Lehmann	E = gb, 2ep, bo.	264,3 *217,3* *47,0*	— — —	— *6,49* *5,84*	—	4,79 (3,64)	—	—	1661,3	192 (wie vor)
7	Gütersch. nebst Abfert.-Geb. auf Bahnhof **Gr. Lichterfelde**	Berlin *(Berlin 8)*	95	95	entw. bei d. E.-D., ausgef. d. d. E.-B.-I.	E = gb, 2 Bureauräume und f.	276,7 *223,4* *53,3*	276,7 *223,4* *53,3*	— *7,6* *6,8*	2,6	5,0 (3,9)	(0,8)	—	2060,3	197 (wie vor)
8	desgl. **Grizehne**	Magdeburg *(Magdeburg 4)*	94	95	entw. v. Skalweit (R.-B. Behrendt), ausgef. v. Freye	E = gb, f, lm, ast.	279,4 *237,3* *42,1*	237,3 *237,3* —	— *7,5* *4,65*	2,75	4,75 (3,35)	—	70,0 (massive Ladebühne)	2045,5	205 (wie vor)
9	Erweit. desgl. **Cleve** (2 Anbauten)	Köln *(Crefeld 3)*	94	95	entw. u. ausgeführt von Hagen	linksseitiger Anbau = gb, rechtsseitiger Anbau = vs, abf, v, lm, ast, ds, f.	338,5 *171,1* *167,4*	— — —	— *7,96* *6,06*	—	5,6 (4,4)	—	70,0 (wie vor)	2529,7	152 (wie vor)

13 Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach dem Anschlage ℳ	13 der Ausführung ℳ	14 Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 16 aufgeführten Kosten) nach dem Anschlage ℳ	14 nach der Ausführung im ganzen ℳ	14 für 1 qm ℳ	14 für 1 cbm ℳ	14 für 1 Nutzeinheit ℳ	15 Bauleitung ℳ	16 Kosten der Heizungsanlage im ganzen ℳ	16 Heizungsanlage für 100 cbm ℳ	16 Gasleitung im ganzen ℳ	16 Gasleitung für 1 Flamme ℳ	16 Wasserleitung im ganzen ℳ	16 Wasserleitung für 1 Hahn ℳ	17 Baustoffe und Herstellungsart der Grundmauern	17 Mauern	17 Ansichten	17 Dächer	17 Decken	17 Haupttreppen	18 Bemerkungen
schuppen zweigeschossig.																				
13 800	**13 667**	13 800	13667	120,6	14,4	—	—	200 (eiserne Oefen)	55,6	—	—	—	—	Bruchsteine	Bimssandsteine	Archit.-Theile Sandst., bezw. Basaltlava, Flächen Spritzbewurf	deutsch. Schiefer auf Schalung	Balkendecken	Holz	1 Dienstwohnung.
13 800	**13 344**	13 800	13344	117,8	14,1	—	—	200	55,6	—	—	—	—	Bauart wie vor						Desgl.
13 800	**14 612**	13 800	14612	129,0	15,4	—	—	175	48,6	—	—	—	—							"
13 800	**14 370**	13 800	14370	126,8	15,2	—	—	155	43,1	—	—	—	—							"
13 800	**13 849**	13 800	13849	122,2	14,6	—	—	175	48,6	—	—	—	—							"
13 800	**13 573**	13 800	13573	119,8	14,3	—	—	358	99,4	—	—	—	—							"
16 800	**14 352**	16 800	14352	126,7	14,2	—	—	275	76,4	—	—	—	—							1 Dienstwohnung. Die tiefere Gründ. ist in Spalte 8 berücksichtigt.
hallen.																				
19 000	**13 461**	19 000	13464	20,5	—	—	—	—	—	395	18,8	—	—	Ziegel	eiserne Säulen	—	verzinktes Wellblech auf eis. Dachverband	—	—	Oberlichte. Die Halle ist an das Empf.-Geb. angebaut.
schuppen.																				
Abfertigungsgebäude.																				
Bauten.																				
20 200	**12 713**	20 200	12713	37,7	4,9	40,2	—	49 (eiserne Oefen)	104,3	302	27,5	66	66,0	Bruchsteine	Ziegelfachw.	Ziegelfachwerk gefugt	Doppelpappdach	sichtb. Dachverband	—	Hölzerner Dachstuhl mit Mittelstielen.
Bauten.																				
10 000	**9 500**	10 000	9500	61,2	10,3	66,9	—	—	—	—	—	—	—	Bankette Bruchsteine, darüb. Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau	"	"	—	Dachbinder: vereinigte Hänge- und Sprengewerke.
16 800	**12 435**	16 800	11 375 1 060 (Nebenanlagen)	51,1	6,7	64,3	—	27 (wie vor)	41,0	315	157,5	—	—	Ziegel	"	"	"	"	—	Wie vor.
Abfertigungsgebäude.																				
Bauten.																				
15 000	**14 690**	15 000	14690	49,5	6,0	77,7	—	—	—	—	—	—	—	"	Ziegelfachw.	Abfert.-Geb. Bretterbekleid., sonst Ziegelfachw. gefugt	"	Balkendecken, Güterschuppen sichtbarer Dachverband	—	"
Bauten.																				
eingeschossig.																				
13 500	**11 745**	12 300 (Anbau) 1 200 (Umbau d. alt. Th.) — —	10558 829 130 (innere Einricht.) 228 (Nebenanlagen)	60,2	7,9	—	—	286 (Kachelöfen)	110,9	289	26,3	—	—	Granitbruchsteine	Ziegel	Ziegelrohbau	Leistenpappdach	"	—	Dachbinder: doppelte Hängewerke.
16 000	**9 448**	16 000 —	9113 335 (Bauleitung)	34,5	5,5	47,5	335 (3,5%)	—	—	—	—	—	—	Ziegel	" —	"	Güterschupp. Pappe, Abfert.-Geb. Holzcement	verschalt Dachsparren, Zollrevis.-Schupp. sichtb. Dachv.	—	Polonceau-Binder.
13 650	**14 277**	13 650	14277	51,6	6,9	72,6	—	182 (Kachelöfen)	101,6	—	—	—	—	Bruchsteine	"	"	Pappe	Balkend., Güterschuppen sichtb. Dachverb.		Hölzerner Dachstuhl mit Mittelstielen.
21 000	**17 661**	21 000	17661	63,2	8,6	86,2	—	33 (eiserne Oefen)	40,7	—	—	—	—	"	"	"	Doppelpappdach	K. gew., sonst wie vor	—	Dachbinder: vereinigte Hänge- u. Sprengewerke.
23 500	**22 919**	23 500 — — —	18590 8720 (Güterschuppen allein) 9870 (Abfertigungsgebäude allein) 4329 (Verschiedenes)	54,9 51,0 56,9	7,8 6,2 8,9	— 57,4 —	—	222 (eiserne Oefen)	80,7	126	9,0	—	—	Ziegel	"	"	"	Balkend., Güterschuppen sichtb. Dachv.	—	Wie vor.

ast = Arbeiterstube, *bo* = Boten, *ca* = Casse, *cd* = Cassendiener, *ds* = Drucksachen, *ep* = Expedition, *f* = Flur, *gb* = Güterboden, *gz* = Geschäftszimmer, *lm* = Lademeister, *rg* = Registratur, *sr* = Schreiber, *ts* = Tresor, *v* = Vorraum, *vs* = Vorsteher.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	Zeit der Ausführung		Name des entwerfenden und ausführenden Baubeamten (bezw. der Behörde)	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe d. Geb. v. d. O.-K. d. Fundaments bis zu d. O.-K. d. Hauptgesimses	Höhen der einzelnen Geschosse			Zuschlag für d. ausgebaute Dachgeschoß, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7, 8 u. 10)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten
			von	bis			im Erdgeschoß	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels			
							qm	qm	m	m	m	m	cbm	cbm	
10	Güterschuppen nebst Abf.-Geb. auf Bahnhof **Lübbenau**	Halle a. S. *(Berlin 13)*	94	95	entw. v. Kaule, ausgef. v. Köhn		364,5 *232,6* *131,9*	232,6 *232,6*	— *7,42* *4,5*	2,5	4,92 (3,3)	— (1,82)	—	2583,2	268 (qm Gebäudefläche)
11	Erweit. des Zollschuppens und Abf.-Geb. auf d. Anhalter Güterbahnhof **Berlin** (Anbau)	Berlin *(Berlin 8)*	95	95	entw. bei dem früh. E.-B.-A. Berlin-Halle, ausgef. durch die E.-B.-I.	E = gb und Abfertigungsgeb.	589,4	275,4	6,85	2,6	4,55 (4,25)	—	—	4037,4	238 (wie vor)
12	Güterschuppen nebst Abf.-Geb auf Bahnhof **Nienburg**	Hannover *(Bremen 2)*	94	95	entw. von v. Rutkowski (R.-B. Schlesinger), ausgef. v. Becker		852,1 *697,5* *154,6*	154,6 — *154,6*	— *6,3* *7,2*	2,7	4,5	—	220,0 (Ladebühnen)	5727,4	650 (wie vor)
13	desgl. **Beuthen O/S.**	Kattowitz *(Beuthen O. S. 1)*	94	95	entw. v. Doulin (R.-B. Mottegang), ausgef. v. Eggebrecht		1348,1 *1093,8* *124,9* *129,4*	124,9 — *124,9*	— *6,0* *8,1* *7,4*	2,8	4,3 (4,0)	(1,3)	—	8532,1	1000 (wie vor)
													2. Abfertigungsgebäude		
14	Zollschuppen nebst Abf.-Geb. auf Bahnhof **Aachen**	Köln *(Aachen 1)*	94	95	entw. von Stockicht, ausgef. v. Roth	im K: lm, ast, E: sieh d. Abb. 1 = beschlagnahmte Gegenstände, 2 = zollamtl. Bühnenaufseher. I = I, 4 Bureauräume	1290,7 *1060,1* *42,6* *31,5* *75,5*	74,1 *42,6* *31,5* —	— *6,53* *12,15* *11,1* *10,25*	2,4 (3,45)	E = 4,81 (4,0) I = 4,0	(0,7)	245,0 (massive Ladebühnen)	8808,6	975 (wie vor)
15	Güterschuppen desgl. **Aachen**	"	94	95	"	1 = ts, 2 = Bühnenwärter, I = Bureauräume	3363,7 *3118,5* *135,1* *62,6* *47,5*	110,1 — — *62,6* *47,5*	— *6,34* *11,4* *13,16* *12,2*	2,4 (3,36)	E = 4,64 (4,0) I = 5,0	(0,8)	700,0 (wie vor)	23414,8	2967 (wie vor)
	III. Locomotiv-														
	A. Rechteckige Locomotiv-Schuppen														
	a) Fachwerk-														
1	Locomotivsch. auf Bahnhof **Rötgen**	Köln *(Aachen 2)*	94	95	entw. und ausgef. v. Roth		234,0	—	6,83	—	5,43	—	—	1598,2	2 (Locom.-Stände)
	b) Massive														
2	desgl. **Schleswig-Friedrichsberg**	Altona *(Flensburg 1)*	95	95	entw. bei d. E.-D., ausgef v. Schreinert	im Anbau: Uebernachtungsraum, sonst im wesentl. wie vor	163,4 *147,6* *15,8*	— — —	— *7,11* *4,19*	—	6,0 (3,5)	—	—	1115,6	1 (wie vor)
	B. Rechteckige Locomotiv-														
3	desgl. auf Rangirbahnhof **Brockau**	Breslau *(Breslau 1)*	93	95	entw. v. Prelle u. Jänisch, ausgef. v. Kressin	eingebaut: Betriebswerkstatt, Werkmeister-Bureau- u. Putzraum	1423,0	—	7,78	—	5,8	—	—	34410,9	26 (wie vor)
	C. Fächerförmige														
	a) Fachwerk-														
4	desgl. m. Uebernacht.-Raum auf Bahnhof **Dt. Krone**	Bromberg *(Schneidemühl 2)*	94	95	entw. u. ausgef. von Winter	Anordnung der Locomotivstände wie bei Nr. 17; im Anbau 2 Uebernachtungsräume	482,0 *440,5* *41,5*	— — —	— *6,1* *4,65*	—	5,6 (3,65)	—	—	2880,0	3 (wie vor)
5	Locomotivsch. auf Bahnhof **Gerolstein**	St. Johann-Saarbrücken *(Trier 2)*	94	95	entw. bei d. früh. E.-D. Köln (linksrh.), ausgef. von Bechtel	Anordnung der Locomotivstände wie bei Nr. 17	702,2	—	7,25	—	i. M. 5,36	—	—	5091,0	4 (wie vor)

13		14					15	16						17						18
Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach		Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 16 aufgeführten Kosten)					Bauleitung	Kosten der Heizungsanlage		Kosten der Gasleitung		Kosten der Wasserleitung		Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
dem Anschlage	der Ausführung	nach dem Anschlage	nach der Ausführung im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Nutzeinheit		im ganzen	für 100 cbm	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
15 000	**13 227**	15 000	13 227	36,8	5,1	49,4	—	360 (Kachelöfen)	159,3	—	—	—	—	Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau	Doppelpappdach	Gütersch. K. Balkend., s. sichtb. Dachv., Abf.-Geb. K. gew., s. Balkend.	—	Hölzerner Dachstuhl mit 2 Reihen Stielen.
40 000	**37 203**	40 000	37 203	63,1	9,2	—	—	5337 (Niederdruck-Dampfheizung)	248,6	—	—	1130	161,4	Bruchsteine	"	"	Pappe	Balkend., Zollsch. sichtbarer Dachv.	—	Dachbinder je 2 vereinigte Hänge- und Sprengewerke mit Mittelstiel.
48 000	**39 168**	48 000 *35 600* *(Güterschuppen allein)* *12 400* *(Abfertigungsgebäude allein)*	39 168 *29 791* *9377*	46,0 *42,7* *60,7*	6,8 *6,5* *8,4*	60,3 *45,5* —	—	199 (ein. Regulir-Füllöfen)	49,6	628	19,7	63	63,0	Ziegel	"	"	Holzcement	K. gew., Abf.-Geb. verschalte Dachsparr., Gütersch. sichtb. Dachv.		Dachbinder eiserne Gitterträger; durchgehendes Oberlicht.
97 800	**70 030**	96 000 *70 000* *(Güterschuppen allein)* *26 600* *(Abfertigungsgebäude allein)* — (innere Einrichtung) 1 800 (Abtrittsgebäude) — (Entwässerung)	67 547 *52 566* *14 981* 396 1 339 748	50,1 *48,1* *58,9* 125,1	7,9 *8,0* *7,2* 24,8	67,5 *52,6* — 334,8 (f. 1 Sitz)	—	697 (Kachel- und eiserne Oefen)	70,2	—	—	—	—	Kalkbruchsteine	"	"	Güterschuppen Holzcement, Abf.-Geb. Doppelpappdach	K. gew., Abf.-Geb. Balkendecken, Güterschuppen sichbarer Dachverband	—	Wie vor.
zweigeschossig.																				
63 000	**51 600**	63 000	51 600	42,7	5,9	52,9	—	603 (ein. Regulir-Füllöfen)	75,4	937	44,6	577	96,2	Ziegel	"	"	Doppelpappdach	"	Holz	Hölzerner Dachstuhl mit Mittelstielen; durchgehendes Oberlicht.
145 000	**121 100**	145 000	121 100	36,0	5,2	40,8	—	948 (wie vor)	70,5	2592	25,9	203	50,8	"	"	"	"	"	"	Wie vor.
Schuppen.																				
mit directen Einfahrtsgleisen.																				
Bauten.																				
12 650	**12 260**	12 650 — (Verschiedenes)	11 169 1091	47,7	7,0	5584,5	—	345 (Circulat.-Füllöfen)	25,4	—	—	395	—	Bruchsteine	Ziegelfachwerk	Ziegelfachwerk gefugt	"	sichtbarer Dachverband	—	Hölzerner Dachstuhl mit Mittelstielen; Fufsboden hochkantiges Ziegelpflaster.
Bauten.																				
12 000	**10 515**	12 000	10 515	64,4	9,4	10515,0	—	52 (1 eis. Ofen für d. Anbau)	121,3	—	—	169	—	Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau	"	"	—	Hölzern. Dachstuhl, Dachbinder einf. Hängewerke, Fufsboden wie vor.
Schuppen mit Schiebebühne.																				
282 000	**215 834**	282 000	215 834	48,8	6,8	8301,3	—	—	—	2000	25,0	6591	346,9	Bankette Bruchsteine, darüb. Ziegel	"	"	"	"		Eiserner Dachv. auf eisern. Säulen. In d. Ausführungskosten sind d. Kosten f. d. Schiebebühnen (15 455 ℳ) enthalten; dagegen sind darin nicht enthalten die Kosten der damals noch nicht ausgef. Dampfheiz. (veranschl. auf 17 500 ℳ).
Locomotiv-Schuppen.																				
Bauten.																				
18 000	**15 071**	18 000	15 071	31,8	5,2	5023,7	—	684 (Regulir-Oefen, System Hohenzollern)	23,5	—	—	180	90,0	Bankette Feldst., darüb. Ziegel	Ziegelfachwerk	Ziegelfachwerk gefugt	Pappe	"	—	Hölzern. Dachstuhl auf Stielen. Eiserne Thore und Fenster, Fufsb. Kopfsteinpflaster auf Beton.
36 000	**31 142**	36 000	31 142	44,3	6,1	7785,5	—	160 (Werkstatt-Oefen)	3,7	—	—	600	—	Bankette Beton, darüb. Bruchsteine	"	"	"	"	—	Wie vor.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	Zeit der Ausführung von	bis	Name des entwerfenden und ausführenden Baubeamten (bezw. der Behörde)	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschofs qm	davon unterkellert qm	Gesamthöhe d. Geb. v. d. O.-K. d. Fundaments bis z. d. O.-K. d. Hauptgesimses m	Höhen der einzelnen Geschosse a. des Kellers m	b. des Erdgeschosses usw. m	c. des Drempels m	Zuschlag für d. ausgebaute Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw. cbm	Gesamt-raum-inhalt des Gebäudes (Spalte 7, 8 u. 10) cbm	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten
															b) Massive
6	Locomotivschuppen auf Bahnhof **Striegau**	Breslau (*Liegnitz 2*)	94	95	entw. bei d. E.-D. Berlin, ausgef. v. Smierzchalski	Anordnung der Locomotivstände wie bei Nr. 17.	156,0	—	6,62	—	5,62	—	—	1032,7	1 (Locom.-Stand)
7	Erweit. des Locomotivsch. auf Bahnhof **Ostrowo** (Anbau)	Posen (*Ostrowo*)	94	95	entw. bei d. E.-D. Breslau, ausgef. v. Walther	desgl. wie bei Nr. 20.	252,6	—	6,83	—	5,7	—	—	1725,3	2 (Locom.-Stände)
8	desgl. **Oebisfelde** (Anbau)	Magdeburg (*Stendal 2*)	95	95	ausgef. von Schmedes	desgl.	417,0	—	7,0	—	6,2	—	—	2919,0	4 (wie vor)
9	desgl. **Falkenberg** (Anbau)	Halle a. S. (*Dessau 2*)	94	95	entw. u. ausgef. v. Poppo	Anordnung der Locomotivstände wie bei Nr. 17.	420,7	—	7,1	—	5,8	—	—	2987,0	3 (wie vor)
10	Locomotivsch. auf Bahnhof **Euskirchen**	Köln (*Euskirchen*)	95	95	entw. v. Fein, ausgef. v. Rothmann	desgl.	452,2	—	7,7	—	5,83	—	—	3481,9	4 (wie vor)
11	Erweit. desgl. **Itzehoe** (Anbau)	Altona (*Glückstadt*)	94	95	entw. bei d. E.-D., ausgef. v. Goldbeck	„	466,9	—	7,27	—	6,25	—	—	3394,4	4 (wie vor)
12	Locomotivsch. auf Bahnhof **Mayen-Ost**	St. Johann-Saarbrücken (*Mayen*)	94	95	entw. v. Jaffke, ausgef. von Wendt	„	498,7	—	7,0	—	5,6	—	—	3490,9	4 (wie vor)
13	Erweit. desgl. **Jarotschin** (Anbau)	Posen (*Ostrowo*)	94	95	entw. bei d. E.-D. Breslau, ausgef. von Walther	Anordnung der Locomotivstände wie bei Nr. 20.	502,0	—	7,1	—	6,0	—	—	3564,2	4 (wie vor)
14	desgl. **Husum M.** (Anbau)	Altona (*Husum*)	95	95	entw. bei d. E.-D., ausgef. v. Büchting	desgl. wie bei Nr. 17.	505,9	—	6,82	—	6,02	—	—	3450,2	4 (wie vor)
15	desgl. **Tarnowitz** (Anbau)	Kattowitz (*Tarnowitz*)	95	95	entw. v. May, ausgef. von Stimm	desgl. wie bei Nr. 20.	951,5	—	6,95	—	6,25	—	—	6612,9	6 (wie vor)
16	Locomotivsch. auf Bahnhof **Vohwinkel**	Elberfeld (*Elberfeld*)	94	95	entw. bei d. E.-D., ausgef. durch die E.-B.-I.	desgl. wie bei Nr. 17.	1292,5	—	9,2	—	6,4	—	—	11891,0	10 (wie vor)
17	desgl. **Lehrte**	Hannover (*Hannover 1*)	94	95	entw. bei d. E.-D., ausgef. v. Bremer		1307,6	—	8,13	—	6,63	—	—	10630,8	10 (wie vor)
18	desgl. **Nordschlesw. Weiche**	Altona (*Flensburg 2*)	94	95	entw. bei d. E.-D., ausgef. v. Petersen	wie vor.	1462,9	—	7,22	—	6,20	—	—	10561,4	12 (wie vor)
19	desgl. auf Personenbahnhof **Halberstadt**	Magdeburg (*Halberstadt 1*)	94	95	entw. v. Schwedler, ausgef. v. Vollrath u. Schunck	Anordnung der Locomotivstände wie bei Nr. 20.	2037,9 *1335,1* *702,8*	— —	— *7,72* *7,22*	—	6,17	—	—	15381,2	18 (wie vor)
20	desgl. auf Bahnhof **Ratibor**	Kattowitz (*Ratibor 1*)	94	95	entw. bei d. E.-D. Breslau, ausgef. v. d. E.-B.-I.		2350,8	—	7,34	—	6,21	—	—	17254,9	18 (wie vor)

13		14					15	16						17						18
Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach		Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 16 aufgeführten Kosten)					Bauleitung	Kosten der						Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
								Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung								
dem Anschlage	der Ausführung	nach dem Anschlage	nach der Ausführung im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Nutzeinheit		im ganzen	für 100 cbm	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
Bauten.																				
13 500	**13 635**	13 500 — (innere Einricht.) — (Nebenanlagen)	12321 725 580	79,0	11,9	12321,0	—	244 (eiserne Oefen)	25,9	—	—	157	157,0	Bruchsteine	1 Seitenwand Ziegelfachw., sonst Ziegel	Ziegelrohbau	Pappe	sichtb. Dachverband	—	Dachverband, Thor und Fenster Eisen. Fufsbod. hochkant. Ziegelpflaster.
18 000	**13 800**	18 000 — (Nebenanlagen)	13577 223	53,7	7,9	6788,5	—	380 (Circulat.-Oefen, Pat. Hohenzollern)	20,9	—	—	180	90,0	"	"	"	"	"	—	Eiserner Dachverbd. u. desgl. Fenster.
28 000	**19 530**	28 000 — (Nebenanlagen)	18880 950	45,9	6,5	4720,0	—	370 (wie vor)	12,3	—	—	693	346,5	"	"	"	Doppelpappdach	"		Hölzerner Dachstuhl mit Mittelstiel, Zwischenbinder mit Eisen armirt. Eiserne Thore und Fenster. Fufsboden hochk. Ziegelpflaster.
22 500	**18 730**	22 500	18730	44,5	6,3	6243,3	—	1500 (1 Hohenzollern- u. 1 Born-scher Ofen)	55,1	—	—	135	67,5	"	Ziegel	"	"	"	—	Eiserner Dachverbd.
25 000	**20 153**	25 000	20153	44,6	5,8	5038,8	—	700 (Circulat.-Oefen, Pat. Hohenzollern)	24,4	—	—	—	—	Ziegel	Vorderwand Eisenconstr., 1 Seitenwand Bretter, s. Ziegel	"	Pappe	Fetten unterseits verschalt	—	Dachbinder, Fenster und Thore Eisen. Fufsbod. hochkant. Ziegelpflaster.
29 725	**19 882**	25 500 4 225 (Uebernachtungsräume, angebaut)	17328 2554	37,2 40,8	5,1 9,2	4332,0 —	—	327 (aus Regulir-Füllöfen)	10,6	70	17,5	—	—	Beton	1 Seitenwand Bretter, s. Ziegel	"	"	sichtb. Dachverband	—	Eiserner Dachverbd. und desgl. Fenster. Fufsboden Beton.
40 000	**28 460**	40 000 — (innere Einricht.)	27846 614	55,8	8,0	6961,5	—	490 (aus Oefen)	14,1	—	—	599	299,5	Bruchsteine	wie bei Nr. 10	"	"	"	—	Eiserne Dachbinder und desgl. Fenster.
32 000	**25 300**	32 000 — (Nebenanlagen)	24888 412	49,6	7,0	6222,0	—	740 (Circulat.-Oefen, Pat. Hohenzollern)	20,8	—	—	342	85,5	"	1 Seitenwand Ziegelfachw., s. Ziegel	"	"	"	—	Eiserner Dachverbd. und desgl. Fenster. Fufsbod. hochkant. Ziegelpflaster.
25 000	**17 425**	25 000	17425	34,4	5,1	4356,3	—	1368 (wie vor, mit Sandtrockenvorrichtung)	44,5	240	14,1	1018	509,0	Ziegel	"	"	Doppelpappdach	"	—	Hölzerner Dachstuhl mit Stielen. Schmiedeeis. Fenster. Fufsboden Beton.
51 000	**45 099**	51 000	45099	47,4	6,8	7516,5	—	6749 (Heifswasser-Heizung)	95,6	677 (elektr. Beleuchtung, 2 Bogenlampen zu 180 ℳ, 7 Glühlampen „ 45,3 ℳ)	—	1316	438,7	Kalkbruchsteine	Vorderwand Eisenconstr., sonst Ziegel	"	"	"	—	Eiserner Dachverbd., desgl. Thore u. Fenster. Fufsbod. geriffelte Ziegel a. Beton.
136 000	**124 000**	116000 20000 (Drehscheibe)	[illegible] 19000	81,2	8,8	10500,1	—	1100 (Circulat.-Oefen, Pat. Hohenzollern)	10,2	3289 (elektr. Beleuchtung)	—	1702	—	Bruchsteine	"	"	Falzziegel	"		Die tiefen Grundmauern sind in Spalte 8 berücksichtigt. Fufsboden Beton, sonst Bemerkung wie vor.
87 000	**69 615**	87 000 — (Nebenanlagen)	62974 6641	48,2	5,9	6961,5	—	1535 (eiserne Oefen)	16,6	438	21,9	1308	261,6	Bankette Beton, darüber Ziegel	Ziegel	"	Pappe	"		Eiserne Dachbinder und Fenster. Thore Eisengerippe mit Holzbekleidung. Fufsboden hochk. Ziegelpflaster.
72 400	**50 570**	71 000 1 400 (Reservelienschuppen)	49591 979	33,9 12,2	4,7 2,7	4132,6 —	—	942 (Circulat.-Oefen, Pat. Hohenzollern)	9,5	—	—	—	—	Ziegel	1 Seitenwand Ziegelfachw., sonst Ziegel	"	Doppelpappdach	"		Hölzerner Dachstuhl auf Stielen. Eiserne Fenster u. Thore. Fufsboden hochkantiges Ziegelpflaster.
130 060	**96 443**	130060 — (Bauleitung)	89743 6700	44,0	5,8	4985,7	6700 (6,9 %)	3219 (wie vor)	19,6	1080	25,7	1672	139,3	Bruchsteine	"	"	Pappe	"		Eiserne Fenster und Thore. Hölzerner Dachstuhl mit Mittelstiel, Zwischenbinder mit Eisen armirt. Fufsboden hochkantiges Ziegelpflaster.
146 000	**108 474**	131 518 14 482 (Sandschüttung) — (Bauleitung)	100433 5541 2500	42,7	5,8	5579,6	2500 (2,3 %)	3108 (wie vor)	18,3	1750	38,2	1166	129,6	"	1 Seitenwand Ziegelfachw., Vorderwand Eisenconstr., s. Ziegel	"	"	"	—	Eiserner Dachverbd., Fufsbod. hochkant. Ziegelpflaster.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	Zeit der Ausführung		Name des entwerfenden und ausführenden Baubeamten (bezw. der Behörde)	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe d. Geb. v. d. O.-K. d. Fundaments bis z. d. O.-K. d. Hauptgesimses	Höhen der einzelnen Geschosse			Zuschlag für d. ausgebaute Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7, 8 u. 10)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels			
							qm	qm	m	m	m	m	cbm	cbm	
	IV. Wasser-														
1	Wasserthurm auf Haltestelle **Ober-Mois**	Breslau (*Liegnitz 2*)	94	95	entw. bei der E.-D. Berlin, ausgef. von Smierzchalski	achteckiger Grundrifs.	15,5	—	13,7	—	E = 2,85 I = 2,85 II = 2,03 III = 0,9	3,2	40,0 (*f. d. Ausbau des Kopfes*)	252,4	25 (cbm Behälterinhalt)
2	desgl. auf Bahnhof **Nenning**	St. Johann-Saarbrücken (*Trier 1*)	94	95	entw. bei dem früh. E.-B.-A. Trier, ausgef. v. Niederehe	kreisförmiger Grundrifs (nach oben verjüngt).	30,6	—	15,7	—	E = 4,0 I = 3,7 II = 1,8	4,8	85,0 (wie vor)	565,4	100 (wie vor)
3	desgl. **Jünkerath**	Köln (*Euskirchen*)	94	95	entw. von Intze, ausgef. von Westphal	desgl.	34,3	—	14,75	—	E = 7,2 I = 1,5	4,0	70,0 (wie vor)	575,9	100 (wie vor)
4	desgl. **Nordschleswigsche Weiche**	Altona (*Flensburg 2*)	94	95	entw. bei der E.-D., ausgef. v. Petersen	achteckiger Grundrifs.	41,3	—	17,4	—	12,33	4,73	85,0 (wie vor)	803,6	100 (wie vor)
5	desgl. **Itzehoe**	Altona (*Glückstadt*)	94	95	entw. v. d. früh. E.-B.-A. Glückstadt, ausgef. von Goldbeck	desgl.	41,8	—	16,3	—	E = 7,4 I = 2,6	4,88	65,0 (wie vor)	746,8	100 (wie vor)
6	desgl. **Celle**	Hannover (*Uelzen*)	94	95	entw. von Fahrberg (R.-B. Schacht), ausgef. von Recke	desgl. mit Strebepfeilern im E.	61,5	—	17,85	—	E = 1,75 I = 4,15 II = 1,90	5,96	155,0 (*f. d. Ausbau des Kopfes u. d. Strebepfeiler*)	1222,0	200 (wie vor)
7	Wasserstation auf Bahnhof **Jerxheim**	Magdeburg (*Braunschweig 1*)	94	95	entw. von Schwedler und Brunjes, ausgef. von Lorsbach	E = Maschinenraum u. Kesselhaus, im I: Sammelbecken, im D: Bottich.	125,7 *69,9* *55,8*	— — —	— *15,2* *5,4*	—	E = 5,8 I = 4,35	(4,0)	—	1363,8	150 (wie vor)

Zur Bezeichnung der einzelnen Räume in den Grundrissen und Beischriften der Tabellen V bis VIII dienen nachstehende Abkürzungen. Es bedeutet:
ab = Abtritt, *ast* = Arbeiterstube, *ba* = Badeanstalt,
acc = Accumulatoren, *az* = Arbeitszimmer, Bureau, *br* = Brennmaterial,
ag = Ausgabestelle, *dg* = Durchgang,

Nr.	2	3	4 von	4 bis	5	6	7 im Erdgeschofs	7 davon unterkellert	8	9 a	9 b	9 c	10	11	12
	V. Maschinen-														
1	Maschinen- u. Kesselhaus für die elektrische Beleuchtung auf Bahnhof **Rothe Erde**	Köln (*Aachen 1*)	95	95	entw. von Staby, ausgef. von Roth	E = ma, kh, mg, wrk.	215,8	—	5,3	—	4,64	—	—	1143,7	—
2	Kesselhaus auf der Hauptwerkstatt **Gotha** (*Anbau*)	Erfurt (*Gotha 1*)	93	95	entw. bei der E.-D., ausgef. durch die E.-B.-I.	E = kh (an die Schmiede Tab. VII Nr. 5 angebaut).	334,3	—	6,88	—	6,18	—	—	2300,0	—
3	Maschinen- u. Kesselhaus f. d. elektr. Beleucht. der Wagenreparatur-Werkstatt bei **Salbke**	Magdeburg (*Magdeburg 1*)	94	95	entw. von Oertel, ausgef. von Mältzer	E = kb, ma, acc.	531,5 *446,0* *85,5*	— — —	— *7,3* *5,8*	—	6,1 (4,9)	—	—	3751,7	—
4	Maschinen- u. Kesselh. a. Verschub-Bahnhof **Brockau**	Breslau (*Breslau 1*)	94	95	entw. von Schramke, ausgef. von Kressin		693,7 *478,6* *72,4* *5,0* *106,6* *) *31,1*	— — — — — —	— *8,5* *6,5* *3,5* *4,73* *3,13*	—	6,0 (3,2)	—	—	5157,8	—
	VI. Gasan-														
	VII. Werkstätten-														
	A. Schmieden,														
1	Betriebs-Werkstatt auf Bahnhof **Nordschleswigsche Weiche**	Altona (*Flensburg 2*)	94	95	entw. bei der E.-D., ausgef. von Petersen	im K: mg, ök.	413,8 *49,8* *364,0*	49,8 *49,8* —	— *7,0* *5,17*	2,5	4,5	—	—	2230,5	2 (Schmiedefeuer)

*) Die offnen Kohlenbansen sind nur mit der halben Grundfläche in Ansatz gebracht.

13		14					15	16						17						18
Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach		Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 16 aufgeführten Kosten)					Bauleitung	Kosten der						Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
			nach der Ausführung					Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung								
dem Anschlage	der Ausführung	nach dem Anschlage	im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Nutzeinheit		im ganzen	für 100 cbm	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Hauptreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
thürme (mit umbautem Bottich).																				
10 000	**10 677**	10 000 (einschliefslich der Kosten des Bottichs) — (ausf. Wasserzu- u. Ableit.) — (maschinelle Einricht.)	6782 1 574 2 321	437,6	26,9	271,8	—	—	—	—	—	324	—	Ziegel	Ziegel, Kopf Fachw.	Ziegelrohbau, Kopf Bretterbekleid.	Pappe	Tropfbod. Beton, sonst Balkend.	Holz	Kosten des Bottichs = 1712 ℳ. Fufsb. im E. hochkantiges Ziegelpflaster.
rund **10 000**	**11 704**	rund 10 000 (einschliefslich der Kosten des Bottichs)	11 704	382,5	20,7	117,0	—	—	—	—	—	350	—	Kalkbruchsteine	Kalkbruchsteine, Kopf Mon.-Constr.	Bruchst. hammerrecht bearb., Kopf geputzt	Pappe auf Monier-Constr.	Kappengewölbe, unter d. Bottich Monier-Gewölbe	eiserne Leitern	Kosten des Bottichs (Monier-Bauart) = 2500 ℳ. Fufsboden wie vor.
14 000	**12 690**	14 000 (wie vor)	12690	376,0	22,0	126,9	—	—	—	—	—	—	—	Bruchsteine	Ziegel, Kopf Eisengerippe mit Rabitzputz	Ziegelrohbau, Kopf geputzt	Zink	Tropfboden Kappengewölbe	—	Bottich nach System Intze. Fufsboden wie vor.
13 000	**11 476**	13 000 (wie vor)	11476	277,9	14,3	114,8	—	—	—	—	—	—	—	Ziegel	Ziegel, Kopf Fachwerk	Ziegelrohbau, Kopf Bretterbekleid.	Doppelpappdach	fehlen	—	Kosten des Bottichs = 2782 ℳ.
12 500	**10 366**	12 500 (wie vor)	10366	248,0	13,9	103,7	—	—	—	30	15,0	—	—	"	"	"	Pappe	Balkendecke	—	Kosten des Bottichs = 3012 ℳ.
19 300	**16 373**	19 300 (wie vor)	16373	266,2	13,4	81,9	—	—	—	—	—	—	—	Bruchsteine	"	"	deutsch. Schiefer auf Schal.	Tropfboden Beton, sonst Balkend.	Holz	Kosten des Bottichs = 4480 ℳ. Aufserdem sind noch verausgabt 14 874 ℳ f. Neben- u. masch. Anlagen
25 000	**27 894**	25 000 (wie vor) — (Filteranlage)	20102 7 792	159,9	14,7	—	—	—	—	—	—	—	—	"	Ziegel, oberst. Geschofs Ziegelfachw.	Ziegelrohbau, bezw. Ziegelfachwerk gefugt	Schiefer, Anbau Pappe	—	Eisen	Kosten des neuen Bottichs (100 cbm) = 4467 ℳ, aufserd. ist der alte Bottich (50 cbm) aufgestellt.

dh = Dreherei, *f* = Flur, *hb* = Holzbearbeitungs-Werkstatt, *kc* = Krankencasse, *kh* = Kesselhaus, *lg* = Lagerraum, *ma* = Maschinenraum, *mg* = Magazin, *mr* = Meister, Werkmeister, *ök* = Oelkeller, *p* = Pissoir, *plz* = Pelze, *rbr* = Rechnungsbureau, *rw* = Räderwerkstatt, *smd* = Schmiede, *sr* = Schreiber, *vw* = Verwalter, *wk* = Waschküche, *wrk* = Werkstatt.

13		14					15	16						17						18
und Kesselhäuser.																				
16 000	**14 600**	16 000 — (innere Einricht.) — (Dampfschornstein) — (Wasserzuleitung)	11 285 308 1 670 1 337	52,8	9,9	—	—	—	—	— (elektrische Beleuchtung)	—	—	—	Ziegel	Ziegel, 1 Seitenwand Ziegelfachw.	Ziegelrohbau	Pappe	sichtb. Dachverband	—	Höhe des Dampfschornsteins = 20 m. Eiserne Dachbinder.
41 000	**31 169**	41 000 — (Enteisenung) — (Dampfschornstein)	22576 987 7 606	67,6	9,8	—	—	—	—	215	—	213	—	Bruchsteine	Ziegel	"	verzinktes Eisenwellblech	"	—	Eiserner Dachverb. Höhe des Schornsteins = 45 m. Fufsboden Beton.
30 000	**29 940**	30 000	29940	56,3	8,0	—	—	—	—	503 (elektr. Beleucht., 3 Bogen-, 12 Glühlampen)	—	—	—	Kalkbruchsteine	"	"	Doppelpappdach	"	—	Eiserne Dachbinder und desgl. Fenster. Fufsb. im Kesselh. Sandsteinplatten, i. Maschinenr. Thonfliesen, im Accumulatorenr. Stampfbeton.
57 000	**52 150**	47 000 10 000 (Dampfschornstein)	42928 9 222	61,9	8,3	—	—	63 (Kachelöfen) 180 (Dampfheizung)	112,5 92,3	1500 (wie vor, 4 Bogen-, 37 Glüh-, 4 Handlampen)	—	680	48,6	Bankette Bruchsteine, sonst Ziegel	"	Ziegelrohbau mit Verblendsteinen	Doppelpappdach, Badeanstalt Holzcement	Accumulatorenraum Balkend., sonst sichtb. Dachverband		Höhe d. Dampfschornsteins = 40 m. Fufsb. im Maschinenr. Mettlacher Fliesen, im Accum.-R. Asphalt, i. d. Badeanst. Beton Polonceau-Dachb. Aufser d. i. Sp. 13 angef. Summe s. noch verausg. f. d. 3 Dampfk. u. d. maschin. Einricht. 129400 ℳ
stalten. (fehlen).																				
Gebäude. (Die Buchstabenbezeichnungen für die einzelnen Räume sieh bei Tabelle V.)																				
Drehereien usw.																				
21 400	**15 658**	20 000 1 400 (Abtrittsgebäude)	14975 683	36,2 72,7	6,7 19,9	— 170,8 (f. 1 Sitz)	—	629 (Dampfheiz.) 104 (eiserne Oefen)	77,3 84,4	—	—	—	—	Ziegel	"	Ziegelrohbau	Doppelpappdach	sichtb. Dachv. bezw. Balkend.	—	Hölzerner Dachstuhl auf Stielen.

1	2	3	4	5	6	7		8	9			10	11	12
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	Zeit der Ausführung von bis	Name des entwerfenden und ausführenden Baubeamten (bezw. der Behörde)	Grundriß nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschoß qm	davon unterkellert qm	Gesamthöhe d. Geb. v. d. O.-K. d. Fundaments bis zu d. O.-K. d. Hauptgesimses m	Höhen der einzelnen Geschosse a. des Kellers m	b. des Erdgeschosses usw. m	c. des Drempels m	Zuschlag für d. ausgebaute Dachgeschoß, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw. cbm	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7, 8 u. 10) cbm	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten
2	Dreherei und Holzbearb.-Werkst. auf d. Hauptwerkst. **Gotha**	Erfurt (*Gotha 1*)	93 95	entw. bei der E.-D., ausgef. durch d. E.-B.-I.	E — dh. hb. 2ml.	1075,6	—	6,31	—	[illegible]	—	—	6787,0	—
3	Reifen-, Feder- u. Hammerschmiede der Wagen-Reparatur-Werkstatt bei **Salbke**	Magdeburg (*Magdeburg 1*)	94 95	entw. v. Behrendt, ausgef. v. Mältzer	E — wrk.	1107,2		9,1	—	8,0	—	90,0 (Schornsteine über Dach)	10197,8	18 (Schmiedefeuer)
4	Schmiede- u. Räderwerkst. d. Hauptwerkst. **Gleiwitz**	Kattowitz (*Gleiwitz 1*)	94 95	entw. v. Schramke, ausgef. v. Bufsmann	E — smd. [illegible]	1119,[illegible]	—	6,28	—	[illegible]	—	55,0 [illegible]	7063,1	16 [illegible]
5	Schmiede auf d. Hauptwerkst. **Gotha**	Erfurt (*Gotha 1*)	94 95	entw. bei der E.-D., ausgef. durch d. E.-B.-I.	E — smd. (an das Kesselhaus Tab. V, Nr. 2 angebaut)	1279,2	—	6,[illegible]	—	[illegible]	—	65,0 [illegible]	8865,9	24 [illegible]
	B. Wagenreparatur-													
6	Wagenreparat.-Schuppen der Wagenreparat.-Werkst. bei **Salbke**	Magdeburg (*Magdeburg 1*)	94 95	entw. v. Behrendt, ausgef. v. Mältzer	mittlere Schiebebühne mit seitlichen Gleisen (vgl. bezügl. der Anordnung Tab. III, Nr. 3)	12721,[illegible] [illegible]		— [illegible]	—	6,5 [illegible]	—		93450,0	94 Wagenstände
	C. Holz-													
7	Holzschuppen Nr. I f. d. Hauptwerkst. **Breslau O. S.**	Breslau (*Breslau 1*)	95 95	entw. u. ausgef. v. Peters		594,6	—	6,[illegible]	—	[illegible]	—	—	3179,[illegible]	—
8	desgl. Nr. III **Breslau O. S.**	"	95 95	"		1217,2	—	6,[illegible]	—	[illegible]	—	—	7668,4	—
	VIII. Magazine.													
	a) Eingeschos-													
1	Geb. f. Bearb. u. Unterbring. v. Pelzen u. Filzstiefeln auf Bahnhof **Königsberg**	Königsberg (*Königsberg 1*)	95 95	entw. v. Capeller, ausgef. v. Hellberg	D — lg.	251,9	251,9	9,[illegible]	2,6	[illegible]	2,[illegible]	—	2456,0	—
2	Betriebs-Mat.-Mag. auf Pers.-Bahnhof **Saarbrücken**	St. Johann-Saarbrücken (*Saarbrücken 2*)	94 95	entw. u. ausgef. v. Ulens	im wesentlichen wie Nr. 3	337,0 [illegible] *)296,[illegible]	337,[illegible] [illegible]	— 5,[illegible] 4,[illegible] [illegible]	3,0	[illegible] 1,21	(2,[illegible]		2167,[illegible]	
3	Oelmagazin mit Lagerhaus auf Güterbahnh. **Köln-Gereon**	Köln (*Köln 1*)	94 95	desgl. Lolse	über ök Lagerhalle.	344,0 210,[illegible] *)[illegible]	133,4 [illegible]	— [illegible]	3,[illegible]	4,[illegible] (3,71)	1,[illegible]	—	2263,4	—
	b) Zweigeschos-													
4	Magazin-Geb. d. Wagenrepar.-Werkst. bei **Salbke** (in Verbindung mit dem Dienstgebäude, vgl. Tab. IX, Nr. 50)	Magdeburg (*Magdeburg 1*)	94 95	entw. v. Behrendt, ausgef. v. Mältzer	Dienstgebäude, Magazin. I u. D des Magazingeb. — lg.	301,0	301,0	11,[illegible]	3,0	{E — 5,[illegible] {I — 1,[illegible]	2,[illegible]	—	4382,8	rund 1000 qm Lagerfläche
	IX. Dienst-													
	a) Eingeschos-													
1	Dienstgebäude nebst Eilgutschuppen auf Bahnhof **Saarlouis**	St. Johann-Saarbrücken (*Saarbrücken 3*)	95 95	entw. v. Dunh, ausgef. von Brennecke		169,1 [illegible] [illegible]	75,9 19,3 [illegible]	6,6[illegible] [illegible]	2,2	4,45	—	—	1013,[illegible]	—
2	Stations-Dienstgebäude a. Verschub-Bahnhof **Saarbrücken**	St. Johann-Saarbrücken (*Saarbrücken 2*)	94 95	entw. u. ausgef. v. Moyer		228,6 [illegible] 14,[illegible] [illegible]	50,[illegible] [illegible] 14,[illegible]	8,[illegible] 8,[illegible] [illegible],64	2,7	4,01	2,2	—	1495,9	—

Zur Bezeichnung der einzelnen Räume in den Grundrissen und Beischriften der Tabellen IX u. X dienen nachstehende Abkürzungen. Es bedeutet:

ab — Abtritt,
abf — Abfertigung,
af — Aufzug,
afr — Aufenthaltsraum,
al — Ablegeraum,
ass — Assistent,
ast — Arbeiterstube,
at — Arzt,
az — Arbeits-, Amtszimmer, Bureau,
ba — Bad,
bh — Buchhalterei,
bmw — Bahnmeister-Wohn.,
br — Brennmaterial,
brm — Bremser,
ca — Casse,
ct — Controleur,
dg — Durchgang,
dr — Druckerei,
eg — Eilgut,

*) Die offene Lagerhalle ist nur mit der halben Höhe in Ansatz gebracht.

13		14					15	16						17						18
Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach		Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 16 aufgeführten Kosten)					Kosten der							Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
		nach dem Anschlage	nach der Ausführung				Bauleitung	Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung								
dem Anschlage	der Ausführung		im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Nutzeinheit		im ganzen	für 100 cbm	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
62 000	50 824	62 000 — (maschinelle Anl.) — (Entwässerung)	45 904 2 586 2 334	42,[illegible]	6,[illegible]	—	—	—	—	2593	—	1357	—	Bruchsteine	Ziegel	Ziegelrohbau	Pappe	sichtb. Dachv., bezw. Balkend	—	Eiserner Dachstuhl. Durchgehend mittleres Oberlicht. — Fufsboden Beton.
60 500	43 728	60 500	43 728	39,[illegible]	4,[illegible]	2429,[illegible]	—	—	—	310 (elektr. Beleuchtung 2 Bogen- u. … Glühlampen)	—	1007	108,[illegible]	Kalkbruchsteine	Ziegel, 1 Giebelwand Ziegelfachwerk	„	Doppelpappdach	sichtb. Dachverband	—	Fufsb. Lehmestrich. Eiserner Dachverb. und desgl. Fenster.
55 000	42 160	55 000	42 160	37,[illegible]	6,[illegible]	2342,[illegible]	—	—	—	—	—	—	—	Bruchsteine	Ziegel	„	Wellblech	„	—	Fufsboden in der Schmiede Lehmestrich, in der Räderwerkstatt Holzklotzpflaster. Eiserner Dachstuhl. — Die innere u. maschin. Einricht. kostete aufserdem 42061 ℳ
65 000	43 946	65 000	43 946	34,[illegible]	5,[illegible]	1831,[illegible]	—		—	452	—	316	79,[illegible]	„	„	„	„	„	—	Fufsb. Lehmestrich. Eis. Dachstuhl und desgl. Fenster.
Werkstätten.																				
700 000	497 903	700 000	497 903	39,[illegible]	[illegible]	5298,[illegible]	—	33594 (Dampfheiz.)	37,5	6060 (elektr. Beleuchtung, 16 Bogen- u. 128 Glühlampen)	—	8171	185,7	Kalkbruchsteine	1 Giebel- u. 1 Seitenwand Ziegelfachw., s. Ziegel	Ziegelrohbau mit Verblendst.	Doppelpappdach	„		6 Langsschiffe; eis. Dachstuhl auf eisern. Stutzen; Oberlichte. Eis. Fenster. Fufsboden im wes. Holzklotzpflaster, zum Theil Stampfasphalt.
schuppen.																				
10 000	8 346	10 000	8 346	16,5	2,[illegible]	—	—	—	—			—		Ziegel	Ziegelfachw., Brandmauer Ziegel	Ziegelfachw. gef. bzw. z. Th. Bretterbekleid.	Pappe	„	—	Fufsboden Dielung.
21 000	19 199	21 000	19 199	15,8	2,[illegible]	—			—			—		„			„	„	—	Wie vor.
(Die Buchstabenbezeichnungen für die einzelnen Räume sieh bei Tabelle V.)																				
sige Bauten.																				
42 000	35 688	35 536 6 464 (Pfahlrost) — (Nebenanlagen) — (Bauleitung)	27 845 6 558 485 800	110,6 26,[illegible]	11,[illegible] —	—	800 (2,[illegible] %)	218 (Kachelöfen)	70,[illegible]	242 (elektr. Beleuchtung)	40,3	—		Bruchsteine	Ziegel	Ziegelrohbau	engl. Schiefer auf Pappe	gewölbt	Ziegel, gew.	Fufsboden Beton. Nebenanlagen: 225 ℳ f. d. hölzerne Einfriedigung. 260 ℳ für Entwässerung
32 000	27 808	32 000	27 808	82,5	12,8	—	—	94 (gufseiserne Oefen)	60,2	—	—	—	—	Sandbruchsteine	„	„	Holzcement	K. u. Gel.-ausgabe gewölbt, sonst Balkendecken	—	Fufsboden im K. u. in der Lagerhalle Cementestrich.
21 000	20 072	21 000	20 072	58,[illegible]	8,[illegible]	—			—	112	17,5		—	Ziegel	„	„	Doppelpappdach	K. gew., sonst Balkend.	—	Fufsboden im K. u. E. im wesentl. Beton, z. Th. mit Asphaltestrich.
sige Bauten.																				
55 000	35 552	55 000 — (innere Einricht.)	34 738 814	115,[illegible]	7,[illegible]	34,[illegible]	—	—	—	285 (elektr. Glühlampen)	13,[illegible]	563	287,7	Kalkbruchsteine	„	Ziegelrohbau in Verblendsteinen	„	Gewölbe zwisch. eis. Trag. auf eis. Säulen	Eisen	Fufsboden Dielung.

f — Flur,	lk — Lampenkammer,	r — Rollkammer,	tg — Telegraph,	w — Wohnung,
g — Gesinde-, Mädchenstube,	mat — Materialien,	rgr — Rangirer,	th — Treppenhaus,	wa — Waschzimmer,
ge — Geräthe,	mg — Magazin,	s — Speisekammer,	tm — Telegraphenmeister,	wg — Wagenmeister,
in — Inventarien,	pf — Pförtner,	sb — Stationsbureau,	tr — Trockenraum,	wk — Waschküche,
k — Küche,	pk — Packkammer der Post,	sf — Schaffner,	ts — Tresor,	wrk — Werkstatt,
ka — Kammer,	pl — Plättstube,	sk — Schrankkammer,	üu — Ueberachtungsraum,	wsr — Wagenschreiber,
kd — Kanzleidiener,	ps — Postschalterzimmer,	ss — Speisesaal,	ut — Unterrichtsraum,	ww — Weichensteller-Wohnung,
lf — Locomotivführer,	pu — Putzer,	st — Stube,	uz — Untersuchungszimmer,	wz — Wärterzimmer,
lg — Lagerraum,	pw — Pförtner-Wohnung,	sv — Stationsvorsteher,	v — Vorhalle, Vorraum,	zf — Zugführer.
		t — Tunnel,	vs — Vorsteher,	

Gebäude.

sige Bauten.

13		14					15	16						17						18
11 500	11 072	11 500	11 072	65,4	10,9	—	—	98 (eis. Regulir-Füllöfen)	29,0	270	22,5	—	—	Bruchsteine	Ziegel	Ziegelrohbau	Holzcement	K. gew. u. Balkend., E. versch. Sparren	—	Fufsboden im wesentlichen Buchenholz.
20 000	14 897	19 000 1 000 (Abtritt)	14 269 628	62,4	9,5	—	—	217 (eis. Regulir-Füll- und Schranköfen)	34,1	—	—	—	—	Sandbruchsteine	„	„	Doppelpappdach	K. gew., sonst Balkend.	Holz	—

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	Zeit der Ausführung		Name des entwerfenden und ausführenden Baubeamten (bezw. der Behörde)	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe d. Geb. v. d. O.-K. d. Fundaments bis zu d. O.-K. d. Hauptgesimses	Höhen der einzelnen Geschosse			Zuschlag für d. ausgebaute Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7, 8 u. 10)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels			
							qm	qm	m	m	m	m	cbm	cbm	
													b) Theilweise zwei-		
3	Postgeb. am Vorplatze des Person.-Bahnh. **Saarbrücken**	St. Johann-Saarbrücken *(Saarbrücken 2)*	94	95	entw. und ausgef. von Danco	I = Diensträume für die Post.	347,6 *154,3* *75,6* *117,7*	154,3 *154,3* — —	— *12,26* *10,11* *5,45*	3,15	E = 4,73 (I = 3,0)	(0,78)	—	3297,8	—
													c) Zweigeschos-		
4	Dienstgebäude auf Bahnhof **Salzwedel**	Magdeburg *(Stendal 1)*	94	95	entw. bei der E.-D., ausgef. von Peter	im K: 2 mat, mg (2), br. — E: sieh die Abbildung, I = 2 afr, ut, ba, k.	128,8	128,8	9,6	2,6	E = 3,5 I = 3,5	—	—	1236,5	—
5	Verwalt.-Geb. d. Wagenreparat.-Werkstatt bei **Salbke**	Magdeburg *(Magdeburg 1)*	94	95	entw. von Behrendt, ausgef. von Mültzer	E: sieh die Abbildung in Tabelle VIII Nr. 4. I = Bureauraum der Werkstätten-Inspection.	279,8 *276,6* *29,6* *11,8* *10,8*	238,4 *227,6* — — *10,8*	— *12,43* *5,95* *4,45* *5,93*	3,08	E = 3,83 I = 3,77	1,8	—	3121,7	—
													d) Dreigeschos-		
6	Geschäfts- und Dienstwohngeb. des ehemal. E.-B.-A. in **Stralsund**	Stettin *(Stralsund 1)*	92	94	entw. u. ausgef. von Weisstein	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	a) Geschäftsgebäude					im K: 3 w, dr, E: sieh die Abbildung. I und II = Diensträume.	685,4	685,4	16,4	2,8	E = 3,85 I = 4,23 II = 4,0	0,52	50,0	11290,6	—
	b) Dienstwohngebäude	—	—	—	—	im K: wk, r, pl, E: sieh d. Abbild., I = E, im D: st, f, 2 th.	350,4	350,4	11,5	2,8	E = 3,5 I = 3,8	0,4	300,0	4329,6	—
	c) Nebenanlagen	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—
	d) Bauleitung f. d. ganze Anl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
													e) Stellwerks-		
7	Stellwerks-Thurm auf Bahnhof **Cosel-Kandrzin**	Kattowitz *(Oppeln 1)*	95	95	entw. und ausgef. von Grapow	im II: Stationsbureau, im III: Stellwerke.	106,3	—	15,3	—	E = 3,3 I = 2,5 II = 4,6 III = 3,5	0,5	—	1626,4	—

X. Dienstwohn- und

A. Arbeiter-

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12
													a) Zweigeschos-		
1	Arbeiterwohnh. auf Bahnhof **St. Vith**	Köln *(Aachen 2)*	94	95	entw. von Stöckicht, ausgef. von Roth	I = E, — im D: 2 w, 6 ka	247,7 *134,1* *113,6*	134,1 *134,1* —	— *9,26* *8,5*	2,26	E = 3,1 I = 3,1	0,8	150,0	2357,4	10 (Wohnungen)
													b) Dreigeschos-		
2	desgl. der Hauptwerkstatt **Gleiwitz**	Kattowitz *(Gleiwitz 1)*	94	95	entw. von Schramke, ausgef. von Bufsmann	I und II = E.	196,5 *101,8* *94,7*	101,8 *101,8* —	— *11,65* *10,1*	2,35	E = 3,1 I = 3,1 II = 3,1	—	50,0	2192,4	12 (wie vor)
3	desgl. **Gleiwitz**	"	94	95	"	wie vor.	222,9 *115,5* *107,4*	115,5 *115,5* —	— *11,65* *10,55*	2,35	E = 3,1 I = 3,1 II = 3,1	—	50,0	2528,6	12 (wie vor)
4	desgl. **Gleiwitz**	"	94	95	"	"	222,9 *(Berechnung wie vor)*	115,5	—	2,35	E = 3,1 I = 3,1 II = 3,1	—	50,0	2528,6	12 (wie vor)
5	desgl. **Gleiwitz**	"	94	95	"	"	250,0 *228,4* *21,6*	228,4 *228,4* —	— *11,65* *10,55*	2,35	E = 3,1 I = 3,1 II = 3,1	—	50,0	2938,7	12 (wie vor)

13		14					15	16						17						18
Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach		Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 16 aufgeführten Kosten)					Bauleitung	Kosten der						Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
			nach der Ausführung					Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung								
				für 1																
dem Anschlage	der Ausführung	nach dem Anschlage	im ganzen	qm	cbm	Nutzeinheit		im ganzen	für 100 cbm	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
geschossige Bauten.																				
51 000	42 707	51 000	42707	122,9	13,0	—	—	909 (ms. Regul.-Füllöfen)	55,4	862	18,7	259	51,8	Sandbruchsteine	Ziegel	Putzbau	Schiefer nach engl. Art auf Pappe, Packk. Holzcement auf Gew.	K. und Packkammer gew., sonst Balkend. mit eingelegten Gipsdiel.	Holz	Fufsboden der Packkammern Buchenholz, der Schalterhalle u. d. Treppenflurs Terrazzo.
sige Bauten.																				
17 500	15 466	17 500 — (Wasserzu- und Ableitung)	15325 141	119,0	12,4	—	—	251 (wie vor)	53,3	—	—	500	71,4	„	„	Ziegelrohbau	Falzziegel	K. gew., sonst Balkend.	„	Fufsboden der Flure und des Baderaumes Mettlacher Fliesen.
46 000	31 615	46 000	31615	113,0	10,1	—	—	977 (Kachel- und eiserne Öfen)	115,3	655 (elektrische Glühlampen)	16,4	986	164,3	Kalkbruchsteine	„	Ziegelrohbau mit Verblendst.	Doppelpappdach	„	„	Vergleiche Tab. VIII, Nr. 4.
sige Bauten.																				
362 000	355 431	—	—	—	—	—	23882 (6,7 %)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	207 600 77 400 (Pfahlrost)	189023 38493	275,8 56,2	16,7 —	— —	—	24930 (Warmwasserheizung)	422,6	3460	45,6	3340	104,4	Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau mit Verblend- u. Formst.	Falzziegel	K., Flure u. Treppenh. gew., s. Balkend.	Granit freitragend	Fufsb. im K. Ziegelpflaster.
—	—	77 000 — (Pfahlrost) (Anschlagskosten bei a) enthalten)	67996 17764	194,1 50,7	15,7 —	— —	—	1736 (Kachelöfen)	133,5	845	16,9	1860	103,3	„	„	„	„	K. u. Treppenh. gew., s. Balkend.	„	2 Dienstwohnungen für obere Beamte.
—	—	— (Anschlagskosten bei a) enthalten)	18273	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		11 874 ℳ für Umwehrungen, 6 399 „ „ Gartenanlagen.
—	—	— (bei a) u. b) wie vor)	23882	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
thürme.																				
13 600	12 249	13 600	12249	115,2	7,5	—	—	247 (Kachel- und eiserne Öfen)	37,4	—	—	—	—	Bruchsteine	Ziegel, oberst. Stockwerk Ziegelfachwerk	Ziegelrohbau, bezw. Ziegelfachwerk gefugt	Pappe	Balkendecken auf eisernen Trägern	Holz	Das III. Geschofs ist mit einer 1 m breiten Galerie umgeben.
Uebernachtungs-Gebäude.																				
Wohnhäuser.																				
sige Bauten.																				
35 000	33 229	29 500 5 500 (Nebengebäude) — (Nebenanlagen)	25319 5347 2563	102,2 69,2	10,7 14,0	2531,9 —	—	—	—	—	—	—	—	„	Ziegel	Ziegelrohbau	Pfannen auf Lattung	K. Beton-gew., sonst Balkendecken	„	Nebenanlagen: 1245 ℳ für die Entwässerung, 935 ℳ für Pflasterung, 209 ℳ für Einfriedigung 174 ℳ für die Müllgrube.
sige Bauten.																				
33 425	26 336	30 000 950 (Abtrittsgebäude) 2 475 (Nebenanlagen)	23563 862 1911	119,9 63,9	10,7 16,7	1963,8 71,8 (f. 1 Sitz)	—	1548 (Kachelöfen)	167,0	—	—	499	41,6	Ziegel	„	„	Ziegelkronendach	K. gew., sonst Balkendecken	Eisen mit Holzbelag, Podeste gew.	—
37 425	28 986	34 000 950 (Abtrittsgebäude) 2 475 (Nebenanlagen)	26209 904 1873	117,6 67,0	10,4 17,5	2184,1 75,3 (wie vor)	—	1060 (wie vor)	121,0	—	—	366	30,5	„	„	„	„	„	„	—
37 425	28 644	34 000 950 (Abtrittsgebäude) 2 475 (Nebenanlagen)	25871 910 1863	116,1 67,4	10,2 17,6	2155,9 75,8 (wie vor)	—	1248 (wie vor)	139,0	—	—	399	33,3	„	„	„	„	„	„	—
41 725	32 060	38 300 950 (Abtrittsgebäude) 2 475 (Nebenanlagen)	29268 929 1863	117,1 68,8	10,0 18,0	2439,0 77,4 (wie vor)	—	1314 (wie vor)	111,6	—	—	431	35,9	„	„	„	„	„	„	—

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	Zeit der Ausführung		Name des entwerfenden und ausführenden Baubeamten (bezw. der Behörde)	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe d. Geb. v. d. O.-K. d. Fundaments bis zu d. O.-K. d. Hauptgesimses	Höhen der einzelnen Geschosse			Zuschlag f. d. ausgebaute Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7, 8 u. 10)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels			
							qm	qm	m	m	m	m	cbm	cbm	
	B. Dienstwohngebäude														
	a) Eingeschos-														
6	Dienstwohngebäude auf Haltestelle **Taben**	St. Johann-Saarbrücken (*Saarbrücken 3*)	94	95	entw. v. Dauh, ausgef. von Brennecke	im D: 2ka.	135,6 *80,3* *55,3*	80,3 *80,3* —	— *7,03* *5,83*	2,4	3,18	1,45	110,0	986,9	2 (Wohn.)
	b) Zweigeschos-														
7	desgl. auf Bahnhof **St. Vith**	Köln (*Aachen 2*)	94	95	entw. v. Stöckicht, ausgef. v. Roth	I = E. im D: 4ka.	126,5 *90,8* *35,7*	90,8 *90,8* —	— *9,06* *8,2*	2,36	E = 3,1 I = 3,1	0,6	60,0	1175,8	4 (wie vor)
8	desgl. auf Haltestelle **Jacobsdorf i. M.**	Berlin (*Frankfurt a. O. 1*)	94	95	entw. u. ausgef. von Wambsganfs	I = E.	137,4	137,4	9,9	2,47	E = 3,14 I = 3,14	1,15	—	1360,8	4 (wie vor)
	C. Dienstwohngebäude für untere														
9	desgl. auf Bahnhof **Ratzeburg**	Altona (*Oldesloe*)	94	95	Normal-Entw., ausgef. von Schrader	I = bmw.	91,2 *47,6* *43,6*	47,6 *47,6* —	— *10,69* *9,3*	2,49	E = 3,1 I = 3,3	1,8	—	914,3	2 (wie vor)
10	desgl. auf Haltestelle **Luschwitz**	Posen (*Glogau 2*)	94	95	entw. u. ausgef. v. Deufel	I = E.	102,4	102,4	9,8	2,3	E = 3,3 I = 3,3	0,9	—	1003,5	2 (wie vor)
11	desgl. auf Bahnhof **Wollstein**	"	95	95	entw. v. Deufel, ausgef. von Behrends	wie vor.	102,4	102,4	9,8	2,3	E = 3,3 I = 3,3	0,9	—	1003,5	2 (wie vor)
12	desgl. in **St. Margarethen**	Altona (*Glückstadt*)	95	95	entw. bei d. E.-D., ausgef. v. Goldbeck	im wesentlichen wie Nr. 7.	128,3	—	9,5	—	E = 3,3 I = 3,1	1,6	—	1218,9	3 (wie vor)
13	desgl. auf Bahnhof **Schwerin a. W.**	Posen (*Meseritz*)	95	95	entw. v. Breton, ausgef. von Klotzbach	I = E.	168,4 *85,3* *83,1*	85,3 *85,3* —	— *10,57* *9,7*	2,47	E = 3,3 I = 3,3	1,5	30,0	1704,5	4 (wie vor)
14	desgl. auf Haltestelle **Ulmen**	St. Johann-Saarbrücken (*Mayen*)	94	95	entw. v. Lehmann, ausgef. v. Blankenagel	I = E.	172,7 *32,0* *64,5* *26,2* *21,0* *21,0*	58,2 *32,0* — *26,2* — —	— *8,55* *7,7* *7,9* *7,05* *6,0*	2,2	E = 3,3 (3,0) I = 3,05 (2,7)	—	—	1307,8	2 (wie vor)
15	desgl. **Daunen**	"	94	95	entw. v. Lehmann, ausgef. v. Pröbsting	wie vor.	172,7	58,2	— (*Berechnung wie vor*)	2,2	E = 3,3 (3,0) I = 3,05 (2,7)	—	—	1307,8	2 (wie vor)
	D. Dienstwohngebäude														
	a) Eingeschos-														
16	Dienstwohngebäude f. den Postamtsvorst. auf Bahnhof **Herbesthal**	Köln (*Aachen 1*)	95	95	entw. bei d. früh. E.-D. Köln (linksrh.), ausgef. von Stöckicht	im D: 2ka.	85,7 *50,7* *35,0*	50,7 *50,7* —	— *6,6* *4,8*	2,2	3,3	(1,1)	40,0	542,6	1 (Wohn.)
17	Werkmeister-Wohnhaus auf Bahnhof **Nordschlesw. Weiche**	Altona (*Flensburg 2*)	94	95	entw. bei d. E.-D., ausgef. v. Petersen	E. im wesentlichen wie Nr. 9.	90,3 *22,9* *67,4*	22,9 *22,9* —	— *7,0* *5,43*	2,45	3,4	1,15	17,0	543,8	1 (wie vor)
	b) Zweigeschos-														
18	Dienstwohngeb. auf Bahnhof **Jübek**	Altona (*Flensburg 1*)	95	95	entw. bei d. E.-D., ausgef. v. Schremmert	wie Nr. 9.	86,7 *37,4* *49,3*	37,4 *37,4* —	— *8,0* *7,7*	2,39	E = 3,3 I = 3,3	—	55,0	733,8	2 (wie vor)
19	desgl. **Lommersweiler**	Köln (*Aachen 2*)	94	95	entw. bei d. E.-D., ausgef. v. Roth	im wesentlichen wie Nr. 8.	92,4	92,4	9,46	2,26	E = 3,3 I = 3,3	0,6	80,0	954,1	2 (wie vor)
20	desgl. d. Wagen-Rep.-Werkst. bei **Salbke**	Magdeburg (*Magdeburg 1*)	94	95	entw. v. Oertel, ausgef. von Mältzer	I = E. im D: 2ka.	99,8	99,8	10,1	2,5	E = 3,3 I = 3,3	1,0	25,0	1033,0	2 (wie vor)
21	desgl. auf Bahnhof **Buck**	Posen (*Posen 2*)	95	95	Normal-Entw., ausgef. v. Plate	im wesentlichen wie Nr. 10.	102,4 *72,4* *30,0*	72,4 *72,4* —	— *9,8* *9,2*	2,3	E = 3,3 I = 3,3	0,3	—	985,5	2 (wie vor)
22	desgl. **Bobrek**	Kattowitz (*Beuthen O. S. 1*)	94	95	entw. v. Mettegang, ausgef. v. Zebrowski	im wesentlichen wie Nr. 9.	102,9 *51,8* *51,1*	51,8 *51,8* —	— *10,08* *9,25*	2,38	E = 3,3 I = 3,3	1,15	—	994,8	2 (wie vor)

13		14					15	16						17						18
Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach		Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 16 aufgeführten Kosten)					Bauleitung	Kosten der Heizungsanlage		Kosten der Gasleitung		Kosten der Wasserleitung		Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
dem Anschlage	der Ausführung	nach dem Anschlage	nach der Ausführung im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	Nutzeinheit		im ganzen	für 100 cbm	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M							
für Unterbeamte.																				
sige Bauten.																				
10 500	10 800	10 500	10 800	79,6	10,9	5400,0	—	(alte Öfen)		—	—	—	—	Bruchsteine	Ziegel	Ziegelrohbau	Formziegel	K. gew., sonst Balkendecken	Holz	Wohn. für 1 Bahnwärter und 1 Weichensteller.
sige Bauten.																				
18 000	17 351	15 300 2 700 (Nebengebäude) — (Nebenanlagen)	14 434 2 589 337	114,1 65,9	12,3 13,1	3608	—	556 (eiserne Öfen)	—	—	—		—	„	„	„	Pfannen auf Lattung	„	„	Nebenanlagen: 180 M f. d. Umwehrung, 137 „ f. d. Müllgrube, 20 „ f. 1 Sammelschacht.
16 500	14 086	16 500 — (Vergröfs. d. Nebengeb.) — (Nebenanlagen)	12 732 360 994	92,?	9,1	3183	—	604 (Kachelöfen)	156,9	—			—	Ziegel	„	„	Doppelpappdach	„	Holz	—
und mittlere Beamte (zweigeschossig).																				
14 270	12 893	12 800 1 470 (Nebengebäude)	11 651 1 242	127,8 45,3	12,7 10,?	5825,5 —	—	456 (Kachel- u. eis. Öfen)	164,?	—	—	—	—	„	„	„	„	„	„	Wohn. für 1 Bahnmeister u. 1 Weichensteller.
16 000	10 984	16 000 — (Nebenanlagen)	10 172 812	105,2	10,3	5086	—	505 (wie vor)	165	—	—		—	Bank. Bruchsteine	„	„	deutscher Schiefer auf Pappe	„	„	Wie vor. Nebenanlagen: 408 M f. d. Umwehrung, 404 „ f. d. Brunnen.
20 000	13 199	16 000 4 000 (Nebengebäude) — (Nebenanlagen)	11 821 873 505	115,5 52,6	11,8 10,5	5910 —	—	430 (wie vor)	140,?	—	—	—	—	„	„	„	Cementplatten auf Pappe	„	Holz	Wohn. wie vor. Nebenanlagen: 363 M f. d. Umwehrung, 142 „ f. d. Brunnen.
20 100	16 518	15 987 4 113 (Pfahlrost)	13 392 3126	104,4	11,0	4461	—	563 (wie vor)	146,3	—	—	—	—	Ziegel	„	„	Pappe	Balkendecken	Holz	Wohn. für 1 Bahnmeister u. 2 Weichensteller.
20 000	19 863	20 000 — (Nebengebäude) — (Nebenanlagen)	16 195 3000 668	96,2 51,2 —	9,5 10,5 —	4048 — —	—	788 (Kachelöfen)	145,4	—	—		—	Bruchsteine	„	„	Leistenpappdach	K. Beton-, sonst Balkendecken	„	Nebenanlagen: 309 M f. d. Umwehrung, 290 „ f. d. Brunnen.
15 690	17 230	15 690	17 230	99,5	13,2	8615	—	211 (eiserne Öfen)	52,4	—	—	—	—	Kalkbruchsteine	Bimssandsteine	Spritzbewurf	deutsch. Schiefer auf Schalung	K. gew. sonst Balkendecken	Holz	Wohn. für 1 Bahnmeister u. 1 Weichensteller. Jede dieser Wohnung reicht durch beide Geschosse.
15 690	18 028	15 690	18 028	104,4	13,8	9014	—	232 (wie vor)	57,6	—	—	—	—	„	„	„	„	„	„	Wie vor.
für mittlere Beamte.																				
sige Bauten.																				
11 000	10 065	11 000 — (Nebenanlagen)	8 883 1 182	103,7	10,4	8883,0	—	— (alte Öfen)	—		—	—	—	Bruchsteine	Ziegel	Ziegelrohbau	Falzziegel	„	„	Nebenanlagen: 811 M f. Pflaster., 201 „ f. Umwehr., 170 „ f. Wasserl.
7 800	6 808	7 500	6806	75,4	12,6	6808		297 (Kachel- u. eis. Öfen)	147,3			—	—	Ziegel	„	„	Doppelpappdach	„	„	Dieser Bau ist, obwohl unt. 10000 M, als zu d. Erweit.-Bauten des Bahnh. N.S. Weichegehör., hier mitgeteilt.
sige Bauten.																				
14 000	12 712	12 300 1 700 (Nebengebäude)	11 292 1420	130,2 56,6	15,4 12,1	5646,0 —	—	431 (wie vor)	182,4	—		—	—	„	„	„	Ziegeldoppeld.	„	„	Wohn. für 2 Subalternbeamte.
15 000	14 090	13 100 1 900 (Nebengebäude)	12 190 1900	132,0 85,6	12,8 16,0	6095,0 —	—	300 (eiserne Öfen)	110,3			—	—	Bruchsteine	„	„	Falzziegel	„	„	Wie vor.
14 700	14 901	13 200 1 500 (Nebengebäude) — (Nebenanlagen)	13 142 1 309 450	131,7 64,9	12,7 14,2	6571,0 —	—	352 (Kachel- u. eis. Öfen)	128,0			—	—	Kalkbruchsteine	„	Ziegelrohbau mit Verblendsteinen	„	„	„	Wohn. für 2 Werkmeister.
12 300	11 100	12 300 — (Nebenanlagen)	10 650 450	104,0	10,6	5325,0	—	380 (Kachelöfen)	155,1			—	—	Bruchsteine	„	Ziegelrohbau	deutscher Schiefer	„	„	Wohn. für 2 Subalternbeamte. Nebenanlagen 60 M f. d. Müllgr., 390 „ f. d. Umwehr.
13 000	11 926	13 000	11926	115,8	12,0	5963,0	—	340 (Kachel- u. eis. Öfen)	105,2	—	—	—	—	Sandbruchst.	„	„	Ziegelkronend.	„	Cement	Wohn. wie vor.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	Zeit der Ausführung		Name des entwerfenden und ausführenden Baubeamten (bezw. der Behörde)	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe d. Geb. v. d. O.-K. d. Fundaments bis z. d. O.-K. d. Hauptgesimses	Höhen der einzelnen Geschosse			Zuschlag für d. ausgebaute Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7, 8 u. 10)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels			
							qm	qm	m	m	m	m	cbm	cbm	
23	Dienstwohngeb. auf Bahnhof **Harzburg**	Magdeburg *(Braunschweig 1)*	95	95	Normal-Entw., ausgef. von Fuhrberg	wie Nr. 20.	103,8	103,8	10,1	2,5	E = 3,3 I = 3,3	1,0	45,0	1093,4	2 (Wohnungen)
24	desgl. **Voldagsen**	Hannover *(Hameln 2)*	93	95	entw. bei der E.-D., ausgef. durch d. früh. E.-Bau-I.	I = E.	120,7 69,0 51,7	69,0 69,0 —	— 10,1 9,25	2,5	E = 3,3 I = 3,3	1,0	—	1175,2	2 (wie vor)
25	desgl. **Neunkirchen**	St. Johann-Saarbrücken *(Saarbrücken 1)*	94	95	entw. v. Jaffke, ausgef. v. Laspe	I = E (unter Wegfall des linksseitig. Anbaues), im D: 2ka.	144,2 80,2 25,0 39,0	80,2 80,2 — —	— 9,5 8,6 4,7	2,4	E = 3,3 I = 3,3	0,5	80,0	1240,2	2 (wie vor)
26	desgl. **Arnsdorf**	Breslau *(Liegnitz 1)*	94	95	entw. v. d. früh. E.-B.-A. Bresl.-Sommerf., ausgef. von Kieckhöfer	I = E	209,0	142,8	10,79	2,37	E = 3,3 I = 3,3	1,82	—	2255,1	4 (wie vor)
													c) Dreigeschos-		
27	desgl. **Reppen** (Anbau)	Posen	94	95	entw. bei der E.-D. Breslau, ausgef. von Richard	ähnlich Nr. 20.	119,9 73,8 46,1	73,8 73,8 —	— 13,5 13,0	2,6	E = 3,3 I = 3,3 II = 3,3	1,0	60,0	1655,6	3 (wie vor)
													E. Dienstwohngebäude		
28	Oberbeamtenwohnhaus der Wagen-Rep.-Werkstatt bei **Salbke**	Magdeburg *(Magdeburg 1)*	94	95	entw. von Oertel, ausgef. von Mältzer	im D: 3st, 2ka, g, ba.	202,0 136,1 65,9	136,1 136,1 —	— 8,5 8,0	2,5	3,8	2,2	165,0	1849,1	1 (wie vor)
											F. Dienstwohngebäude in Verbin-				
29	Pförtnerh. nebst Arbeit.-Speisehaus desgl. **Salbke**	"	94	95	entw. von Behrendt, ausgef. von Mältzer	I = Krankenkorbraum, I = pw.	298,3 57,9 34,6 47,6 158,2	57,9 57,9 — — —	— 11,28 9,59 4,99 7,06	2,5	E = 3,72 (5,35) (I = 3,31)	1,75 (1,0)	—	2339,3	1 (wie vor)
													G. Aufenthalts- und		
													a) Eingeschos-		
30	Uebernacht.-Geb. auf Bahnh. **Nord-schleswigsche Weiche**	Altona *(Flensburg 2)*	94	95	entw. bei der E.-D., ausgef. von Petersen	im K: ba, ge, E: sieh die Abbild.	132,5 77,8 54,7	77,8 77,8 —	— 6,56 5,51	2,62	3,77	0,17	—	811,8	6 (Betten)
31	desgl. **Jerxheim**	Magdeburg *(Braunschweig 1)*	94	95	entw. von Schwedler, ausgef. v. Lorsbach u. Fuhrberg	neben afr liegt th, sonst im wesentlichen wie vor.	138,4	138,4	8,2	2,8	3,8	1,6	—	1134,9	4 (wie vor)
													b) Zweigeschos-		
32	desgl. **Lübbenau**	Halle a. S. *(Berlin 13)*	94	95	entw. v. Kaule, ausgef. v. Köhn	I und II desgl.	139,7 60,9 78,8	60,9 60,9 —	— 10,17 8,88	2,82	E = 3,8 I = 3,55	—	—	1319,1	15 (wie vor)
33	desgl. **Northeim**	Cassel *(Göttingen 1)*	94	95	Knebel und Kobè	th liegt im Mittelflur, — K = ast, 2ba, lk, in, br, — E = afr, wz, k, wg, 2ss, lg, ab, — I = 6ün, wa, sk, ab.	212,0	212,0	10,7	2,8	E = 3,9 I = 3,8	0,3	45,0	2313,4	19 (wie vor)
34	desgl. **Holzminden**	Cassel *(Seesen)*	93	95	entw. bei d. früh. E.-B.-A. Braunschweig	im K: wk, r, ba, E: sieh die Abb., I = brm, I = 3brm, zf, wz, k, wa, tr, ab.	215,1	152,4	11,2	2,8	E = 3,8 I = 3,8	0,8	—	2400,1	—
35	desgl. **Stendal**	Magdeburg *(Stendal 2)*	94	95	entw. von Mafsberg, ausgef. von Neuenfeld	im wesentlichen wie vor.	219,1	219,1	11,1	2,8	E = 3,8 I = 3,8	0,7	—	2432,0	—
											H. Uebernachtungs-Gebäude in Verbin-				
													a) Zweigeschos-		
36	Dienstwohn- u. Uebernacht.-Geb. auf Bahnh. **Hameln**	Hannover *(Hameln 2)*	94	95	entw. bei der E.-D., ausgef. v. Schellenberg	im K: wk, ba, E: sieh die Abbild. I = w, im D: 3ka.	111,9	111,9	10,48	2,6	E = 3,77 I = 3,81	0,8	90,0	1262,7	—
													b) Dreigeschos-		
37	Bureau- und Uebernacht.-Geb. desgl. **Hameln**	"	94	95	"	Grundrifsanordn. i. wesentl. wie vor, E = 3afr, ba, w, I = Bureauräume der Maschinen- und der Verkehrs-Insp., II = 3ün, k, wa, 3az (Masch.-Insp.), im D: 2ka, 3lg, mat.	163,0	163,0	14,49	2,6	E = 3,77 I = 3,85 II = 3,77	0,5	150,0	2511,9	—

13		14					15	16						17						18
Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach		Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 16 aufgeführten Kosten)					Bauleitung	Kosten der						Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
								Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung								
dem Anschlage	der Ausführung	nach dem Anschlage	nach der Ausführung im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Nutzeinheit		im ganzen	für 100 cbm	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
M	*M*	*M*	*M*	*M*	*M*	*M*	*M*	*M*	*M*	*M*	*M*	*M*	*M*							
17 500	13 174	17 500 — (Nebengebäude) — (Umwehrung)	11210 1632 332	108,0 61,4	10,3 11,0	5605,0 —	—	280 (eis. Oefen)	101,0	—	—	167	55,8	Bruchsteine	Ziegel	Ziegelrohbau	Falzziegel	K. gew., sonst Balkendecken	Holz	Wohn. für 2 Subalternbeamte.
15 000	14 131	13 200 1 800 (Nebengebäude)	12 462 1 669	103,3 48,8	10,6 11,1	6231,0 —	—	406 (Kachel- u. eis. Oefen)	—	—	—	—	—	„	„	„	„	„	„	Wie vor.
17 000	17 856	13 700 1 350 (Nebengebäude) 1 950 (Nebenanlagen)	15887 1 554 415	110,2 76,9	12,8 16,8	7943,5 —	—	310 (eis. Regulir-Füllöfen)	70,1	—	—	200	50,0	„	„	„	„	„	„	Wohn. f. 2 Bahnmstr. Nebenanlagen: 105 *M* f. 15 m Bretterzaun, 250 „ f. d. Entwässerung, 60 „ f. Bodenbefestigung.
23 500	18 943	23 500	18943	90,6	8,1	4735,8	—	784 (Kachel- u. eis. Oefen)	112,0	—	—	—	—	Sandbruchsteine	„	„	Holzcement	„	Schmiedeeisen	Wohn. für 4 Subalternbeamte.
sige Bauten.																				
21 300	17 300	21 300	17300	144,3	10,4	5766,7	—	1230 (wie vor)	172,3	—	—	—	—	Bruchsteine	„	„	Doppelpappdach	„	„	Wohn. für 3 Bahnmeister.
für obere Beamte.																				
25 000	25 724	25 000 — (Nebenanlagen)	24933 791	123,4	13,5	—	—	812 (wie vor)	145,0	862 (elektr. Glühlampen)	30,8	1030	257,5	Kalkbruchsteine	„	Ziegelrohbau mit Verblendst.	Falzziegel	„	Holz	—
dung mit anderweitigen Räumen.																				
23 600	19 787	23 600 — (Nebengebäude) — (Nebenanlagen)	18 198 806 781	61,0 65,7	7,8 13,6	— —	—	400 (wie vor)	37,0	220 (wie vor)	16,9	—	—	„	1 Giebelwand Ziegelfachw., sonst Ziegel	„	Holzcement-, bezw. Doppelpappdach	K. gew., sonst Balkendecken, Speiseh. ansteigende Holzd.	„	Wohnung für den Pförtner. — Fufsboden im Durchgang Sandsteinplatten. Nebenanlagen: 656 *M* f. Umwehr., 125 „ f. Asch- und Müllgrube.
Uebernachtungs-Gebäude.																				
sige Bauten.																				
13 500	10 303	13 500	10303	77,8	12,7	—	—	504 (Kopenhagener Rundöfen)	177,0	—	—	—	—	Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau	Doppelpappdach	K. gew., sonst Balkendecken	—	—
12 000	10 954	12 000	10954	79,1	9,7	—	—	— (alte Oefen)	—	—	—	—	—	Bruchsteine	„	„	„	„	—	—
sige Bauten.																				
15 000	13 894	15 000	13329	95,4	10,1	—	—	1166 (eis. Regulir-Füllöfen)	256,3	—	—	—	—	Ziegel	„	„	Holzcement	„	Ziegel, gew.	—
44 000	36 945	44 000 — (künstl. Gründung) — (innere Einricht.)	33815 1 630 1 500	159,5	14,6	—	—	1172 (Gas-, Kachel- u. eis. Oefen)	110,3	628	25,1	2106	100,3	Bruchsteine	„	Ziegelrohbau m. Verblend- u. Formsteinen	Schiefer auf Pappe	K., Flure u. Treppenh. gew., s. Balkend.	Granit, freitragd.	Fufsboden der Flure Asph., im K. Beton. Gründ.: Sandschüttung (1,5 m).
27 000	21 388	27 000	21 388	99,4	8,9	—	—	1015	116,0	—	—	341	68,2	Sandbruchsteine	K Sandbruchsteine, s. Ziegel	„	Falzziegel	K. und Flure gew., s. Balkend.	Sandstein, freitr.	—
29 300	26 391	28 500 800 (Abtrittsgebäude) — (Nebenanlagen)	24838 796 757	113,4 63,7	10,2 13,0	— —	—	2752 (Niederdruck-Dampfheiz.)	289,7	380	13,6	520	47,3	Bruchsteine	Ziegel	„	„	„	„	Fufsboden der Flure u. Küche Asphalt. Nebenanlagen: 486 *M* f. Einebnung und Pflasterung. 147 *M* f. Zäune, 124 „ f. Entwässer.
dung mit Diensträumen und Wohnungen.																				
sige Bauten.																				
13 000	13 000	12 050 950 (Nebengebäude)	12 186 814	108,9 84,9	9,7 16,7	— —	—	327 (Kachel- u. eis. Regulir-Füllöfen)	79,7	41	13,7	61	30,5	„	„	„	„	K. gew., sonst Balkendecken	Holz	Wohn. für 1 Werkmeister.
sige Bauten.																				
27 100	27 119	26 150 950 (Nebengebäude) — (Nebenanlagen)	25762 811 546	158,0 84,5	10,3 16,7	— —	—	679 (wie Regulir-Füllöfen)	71,9	454	13,8	237	39,5	„	„	„	„	K. gew., Flure u. Treppenhaus Beton-, sonst Balkend.	Sandstein, freitragd.	Wohn. des Stationsdieners; Fufsboden in d. Fluren, Badestuben usw. Beton.

8*

Tabelle A.

Ausführungskosten der in vorstehenden Tabellen mitgetheilten Hochbauten der preufsischen Staats-Eisenbahn-verwaltung auf 1 qm bebauter Grundfläche als Einheit bezogen.*)

Gebäude-Gattung	Kosten für 1 qm in Mark, rund:																								Anzahl der Bauten im ganzen	Genauer Durchschnittspreis**) für 1 qm ℳ
	16	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	160	194	202	276		
	Anzahl der Bauten:																									
I. Empfangs-Gebäude:																										
a) eingeschossige Bauten	—	—	—	—	—	1	—	1	1	1	2	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	73,5
b) theilweise zweigeschossige Bauten	—	—	—	—	—	—	—	—	(1)	—	—	—	1	2	—	2	2	3	—	—	—	—	—	—	11	103,8
c) zweigeschossige Bauten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	2	—	—	—	1	—	—	—	5	113,4
d) gröfsere Empfangsgebäude	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	202,0
Empfangsgebäude nebst Güterschuppen:																										
e) Empfangsgebäude eingeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	70,4
f) desgl. theilweise zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	3	5	4	2	—	1	—	—	—	—	—	—	17	91,5
g) desgl. zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—	9	94,2
h) Empfangsgebäude und Güterschuppen zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	3	—	—	—	—	—	7	123,3
(Die Empfangsgebäude unter h. sind nur im E.-D.-Bez. St. Johann-Saarbrücken ausgeführt.)																								zusammen	59	—
II. Güterschuppen:																										
a) Ziegelfachwerk, ohne Keller	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	37,7
b) desgl. mit Keller	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	49,5
c) massiv, im wesentlichen ohne Keller	—	—	2	—	2	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	45,2
d) desgl. desgl. mit Keller	—	—	(1)	—	—	2	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	57,6
																								zusammen	15	—
III. Locomotivschuppen:																										
a) Rechteckig, mit directen Einfahrtsgleisen Ziegelfachwerk	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	47,7
b) desgl., massiv	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	64,4
c) rechteckig, mit Schiebebühne	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	48,3
d) fächerförmig, Ziegelfachwerk	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	37,8
e) desgl. massiv	—	—	3	—	6	2	1	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	49,0
																								zusammen	19	—
IV. Wasserthürme: (nur in Tabelle B aufgenommen).																										
V. Maschinen- und Kesselhäuser	—	—	—	—	—	1	1	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	50,5
VI. Gasanstalten (fehlen).																								zusammen	4	—
VII. Werkstätten-Gebäude:																										
a) Schmieden, Drehereien usw.	—	—	2	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	38,1
b) Wagen-Reparatur-Werkstätten	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	39,1
c) Holzschuppen	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	16,2
																								zusammen	8	—
VIII. Magazine:																										
a) Gebäude für Unterbringung und Bearbeitung von Pelzen usw.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	110,5
b) Magazine, eingeschossig, mit offener Halle	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	70,4
c) Magazine, zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	115,4
																								zusammen	4	—
IX. Dienstgebäude:																										
a) eingeschossige Bauten	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	63,9
b) im wesentlichen zweigeschossige Bauten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	3	118,3
c) dreigeschossige Bauten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	275,0
d) Stellwerksthürme, viergeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	115,2
																								zusammen	7	—
X. Dienstwohn- u. Uebernachtungs-Gebäude:																										
a) eingeschossige Bauten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	5	83,1
b) zweigeschossige Bauten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	7	6	2	4	—	(1)	—	—	—	24	108,9
c) dreigeschossige Bauten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	1	—	—	—	—	6	128,8
d) Dienstwohngeb. für obere Beamte, eingeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	123,4
e) desgl. desgl. zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	194,1
f) Arbeiter-Speisesaal mit Pförtnerwohnung	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	61,0
																								zusammen	38	—

*) Zur Vergleichung nicht geeignete Bauten sind in diese Tabelle nicht aufgenommen worden. — **) Einzelne ausnahmsweise hohe oder niedrige Einheitspreise sind bei Ermittlung der Durchschnittspreise nicht in Betracht gezogen worden. Die betreffenden Bauten sind in der vorliegenden Tabelle in Klammern gesetzt.

Tabelle B.

Ausführungskosten der in vorstehenden Tabellen mitgetheilten Hochbauten der preufsischen Staats-Eisenbahnverwaltung auf 1 cbm umbauten Raumes als Einheit bezogen.*)

Gebäude-Gattung	Kosten für 1 cbm in Mark, rund:																							Anzahl der Bauten im ganzen	Genauer Durchschnittspreis **) für 1 cbm ℳ
	2,5	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	11	12	13	14	15	16	17	20	22	27		
	Anzahl der Bauten:																								
I. Empfangs-Gebäude:																									
a) eingeschossige Bauten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	1	2	—	1	—	—	(1)	—	—	—	—	8	10,5
b) theilweise zweigeschossige Bauten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	2	3	2	1	—	—	—	—	—	—	11	11,4
c) zweigeschossige Bauten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	5	10,4
d) gröfsere Empfangsgebäude	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	14,6
Empfangsgebäude nebst Güterschuppen:																									
e) Empfangsgebäude eingeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	11,2
f) desgl. theilweise zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	(1)	—	—	1	2	5	5	3	—	—	—	—	—	—	—	17	11,4
g) desgl. zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	4	2	—	—	—	—	—	—	—	—	9	10,9
h) Empfangsgebäude und Güterschuppen zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	3	—	—	—	—	—	7	14,6
(Die Empfangsgebäude unter h) sind nur im E.-D.-Bez. St Johann-Saarbrücken ausgeführt.)																							zusammen	59	—
II. Güterschuppen:																									
a) Ziegelfachwerk, ohne Keller	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4,9
b) desgl. mit Keller	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	6,0
c) massiv, im wesentlichen ohne Keller	—	—	1	1	2	1	—	—	(1)	—	—	—	(1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	5,9
d) desgl. desgl. mit Keller	—	—	1	—	—	1	1	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	7,4
																							zusammen	15	—
III. Locomotivschuppen:																									
a) Rechteckig, mit directen Einfahrtsgleisen Ziegelfachwerk	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	7,0
b) desgl., massiv	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	9,4
c) rechteckig, mit Schiebebühne	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	6,3
d) fächerförmig, Ziegelfachwerk	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	5,7
e) desgl. massiv	—	1	2	—	4	2	2	—	1	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	14	6,7
																							zusammen	19	—
IV. Wasserthürme (mit umbautem Bottich):																									
a) mit rd. 250 cbm umbauten Raumes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	26,9
b) „ „ 570 „ „ „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	2	21,4
c) „ „ 750 bis 1220 „ „ „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	3	13,9
																							zusammen	6	—
V. Maschinen- und Kesselhäuser	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	9,0
VI. Gasanstalten (fehlen).																							zusammen	4	—
VII. Werkstätten-Gebäude:																									
a) Schmieden, Drehereien usw.	—	1	1	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	5,8
b) Wagen-Reparatur-Werkstätten	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	5,2
c) Holzschuppen	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2,6
																							zusammen	8	—
VIII. Magazine:																									
a) Gebäude für Unterbringung und Bearbeitung von Pelzen usw.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	11,3
b) Magazine, eingeschossig, mit offener Halle	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2	10,9
c) Magazine, zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	7,9
																							zusammen	4	—
IX. Dienstgebäude:																									
a) eingeschossige Bauten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	10,2
b) im wesentlichen zweigeschossige Bauten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	3	11,8
c) dreigeschossige Bauten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	16,7
d) Stellwerksthürme, viergeschossig	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	7,5
																							zusammen	7	—
X. Dienstwohn- u. Uebernachtungs-Gebäude:																									
a) eingeschossige Bauten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	2	—	—	1	—	—	—	—	5	12,4
b) zweigeschossige Bauten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	3	4	4	3	5	1	2	—	—	—	—	—	24	11,4
c) dreigeschossige Bauten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	10,3
d) Dienstwohngeb. für obere Beamte, eingeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	13,5
e) desgl. desgl. zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	15,7
f) Arbeiter-Speisesaal mit Pförtnerwohnung	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	7,8
																							zusammen	38	—

*) Zur Vergleichung nicht geeignete Bauten sind in diese Tabelle nicht aufgenommen worden. — **) Einzelne ausnahmeweise hohe oder niedrige Einheitspreise sind bei Ermittlung der Durchschnittspreise nicht in Betracht gezogen worden. Die betreffenden Bauten sind in der vorliegenden Tabelle in Klammern gesetzt.

Tabelle C.

Ausführungskosten der in vorstehenden Tabellen mitgetheilten Hochbauten der preufsischen Staats-Eisenbahnverwaltung auf 1 Nutzeinheit bezogen.*)

Gebäude-Gattung	Kosten für 1 Nutzeinheit in Mark, rund:																										Anzahl der Bauten im ganzen	Gesammt-Durchschnittspreis**) f. 1 Nutzeinheit ℳ
	40	45	50	55	65	75	80	85	105	115	125	270	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	8000	9000	10000		
	Anzahl der Bauten:																											
II. Güterschuppen (auf 1 qm Güterbodenfläche als Einheit bezogen):																												
a) Ziegelfachwerk, ohne Keller	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	40,2
b) desgl. mit Keller	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	77,3
c) massiv, im wesentlichen ohne Keller	1	1	1	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	51,9
d) desgl. desgl. mit Keller	—	—	1	—	1	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	68,1
zusammen																											13	—
III. Locomotivschuppen:																												
(auf 1 Locomotivstand als Einheit bezogen)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	3	1	2	—	2	2	—	(1)	15	5692,0
zusammen																											15	—
IV. Wasserthürme (auf 1 cbm Bottichinhalt als Einheit bezogen):																												
a) bei 25 cbm Bottichinhalt	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	271,8
b) „ 100 „ „	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	115,8
c) „ 200 „ „	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	81,9
zusammen																											6	—
X. Dienst-Wohngebäude (auf 1 Familie als Einheit bezogen):																												
a) für Arbeiter:																												
1) zweigeschossig (10 Familien)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2532,0
2) dreigeschossig (12 Familien)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	2185,0
b) für Unterbeamte:																												
1) eingeschossig (2 Familien)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	5400,0
2) zweigeschossig (4 Familien)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3396,0
c) für untere und mittlere Beamte:																												
1) zweigeschossig (2 Familien)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	2	—	—	—	(2)	—	5	5607,0
2) desgl. (3 Familien)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4464,0
3) desgl. (4 Familien)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4049,0
d) für mittlere Beamte:																												
1) eingeschossig (1 Familie)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	2	7840,0
2) zweigeschossig (2 Familien)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3	1	—	(1)	—	—	8	5919,0
3) desgl. (4 Familien)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4736,0
4) dreigeschossig (3 Familien)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	5767,0
zusammen																											27	—

*) Zur Vergleichung nicht geeignete Bauten sind in diese Tabelle nicht aufgenommen worden. — **) Einzelne ausnahmsweise hohe Einheitspreise sind bei Ermittlung der Durchschnittspreise nicht in Betracht gezogen worden. Die betreffenden Bauten sind in der vorliegenden Tabelle in Klammern gesetzt.

Statistische Nachweisungen,

betreffend die im Jahre 1896 unter Mitwirkung der Staatsbaubeamten vollendeten **Hochbauten.**

(Bearbeitet im Auftrage des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten).

Die vorliegenden statistischen Nachweisungen umfassen die im Jahre 1896 vollendeten Hochbauten, und zwar nach den Bestimmungen des Runderlasses vom 31. December 1891 nicht nur völlig abgerechnete, sondern auch solche Bauten, deren Abrechnung noch nicht vollständig abgeschlossen ist, deren Ausführungskosten sich aber mit annähernder Sicherheit übersehen liefsen. Auf diese Weise wird es ermöglicht, die bei den Bauausführungen gewonnenen Ergebnisse möglichst schnell für weitere Kreise nutzbar zu machen.

Bezüglich der Anordnung der Tabellen und der Behandlung des Stoffes ist eine Abweichung gegen die im Vorjahre erschienenen Veröffentlichungen nicht eingetreten.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11			12
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungs-Bezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe von der O.-K. d. Fundaments bis zu d. O.-K. d. Hauptgesimses	Höhen			Rauminhalt	Anzahl der Plätze			Anschlagssumme
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Schiffes	b. des Thurmes bis zum Hauptgesims	c. der Anbauten		im ganzen	davon im Schiff	davon auf den Emporen	
							qm	qm	m	m	m	m	cbm				ℳ
																	I. Kirchen.
																	A. Kirchen
																	a) Kirchen mit
1	Evangelische Kirche in **Marienbusch**	Bromberg	95	96	entw. im M. der öff. A., ausgef. von Gräve *(Czarnikau)*		180,2 *159,8* *12,7* *7,7*	— — — —	— *7,05* *3,50* *5,8*	6,0	—	2,54	1216,8	200	170	30	19 500
																	b) Kirchen mit
2	Erweiterungsbau der Abteikirche in **Offenbach a. Glan** (Anbau)	Trier	92	95	Koch (R.-B. Bennstein u. Gronewald) *(Saarbrücken)*	—	214,3 *137,8* *76,5*	— — —	— *16,25* *9,15*	14,5 (7,38)	—	—	2938,2 „	—	—	—	77 300 69 700 (Erweiterung) 7 600 (Wiederherstellung des alten
																	B. Kirchen
																	a) Kirchen mit
3	Evangelische Kirche in **Kl. Zerlang**	Potsdam	95	96	entw. von v. Tiedemann u. Rhenius, ausgef. von Volcker *(Wittstock)*		140,7 *130,2* *10,5*	— — —	— *6,72* *11,16*	5,62	10,0	—	992,1	162	114	48	14 300
4	desgl. in **Kessin**	Stettin	95	96	Teamer *(Demmin)*		149,6 *113,8* *19,5* *6,9* *9,4*	— — — — —	— *6,5* *14,2* *5,7* *4,0*	5,52	13,2	3,0	1079,7	130	100	30	18 000
5	desgl. in **Raumersaue**	„	95	96	entw. v. Weizmann, ausgef. von Baske *(Pyritz)*		182,9 *172,3* *6,6* *4,0*	— — — —	— *6,85* *16,9* *4,0*	5,96	16,0	3,1	1307,8	222	182	40	20 400
6	desgl. in **Eichberg**	Frankfurt a. O.	95	96	Engisch *(Züllichau)*		236,4 *201,7* *22,7* *8,5* *3,5*	— — — — —	— *8,0* *15,0* *6,7* *4,7*	6,5	13,0	5,2	2027,5	320	236	84	28 000
7	desgl. in **Sierakowitz**	Danzig	95	96	Schultefs *(Karthaus)*	an die Altarnische ist die Sacristei angebaut, sonst wie vor.	273,2 *220,6* *26,7* *16,9* *9,0*	— — — — —	— *8,05* *17,4* *4,05* *6,3*	6,8	16,3	2,96	2365,6	320	264	56	36 000
8	desgl. in **Ellerbeck**	Schleswig	95	96	entw. im M. d. öff. A., ausgef. v. Friese *(Kiel)*	1 Seitenempore.	306,1 *211,1* *47,9* *23,9* *14,4* *8,8*	— — — — — —	— *8,1* *6,03* *19,15* *3,93* *6,03*	7,07	16,42	3,2 (5,3)	2566,1	477	325	152	37 450
9	desgl. in **Lengefeld**	Erfurt	94	96	Röttscher *(Mühlhausen)*	im wesentl. wie Nr. 7, Seitenemporen.	308,4 *252,7* *28,1* *17,4* *10,2*	— — — — —	— *8,9* *19,36* *4,53* *6,94*	7,92	17,63	3,1 (5,48)	2942,7	370	252	118	59 000
10	desgl. in **Heinrichsfelde**	Oppeln	95	96	Roseck *(Karlsruhe O/S.)*	Seitenemporen	314,6 *240,6* *23,0* *39,9* *11,1*	— — — — —	— *9,2* *20,35* *4,4* *6,6*	8,2	17,35	3,4 (5,6)	2924,4	388	240	148	44 500

13				14					15				16						17	18
Ausführungs-Kosten (einschl. der in Spalte 14 aufgeführten Kosten)				Kosten für					Flächeninhalt			Ganze Thurmhöhe	Baustoffe und Herstellungsart der						Werth d. Hand- u. Spanndienste (in den in Spalte 12 u. 13 angegebenen Summen enthalten)	Bemerkungen *)
im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Platz	Bauleitung	Kanzel	Altar	Bänke	Orgel	a. des Schiffes	b. der Emporen	c. der Altarnische		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußböden		
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	qm	qm	qm	m							ℳ	
I. Kirchen.																				
ohne Thurm.																				
Holzdecken.																				
18 482	102,6	15,2	92,4	—	380	320	1031	—	106,8	30,4	15,0	—	Feldsteine	Ziegel	Ziegelrohbau	glasirte Dachziegel	schräge Holzdecke, Apsis gewölbt	Ziegelpflaster	2100 *(11,4 %)*	Blitzableiter (305 ℳ), Taufstein (105 ℳ), 1 Glocke (488 ℳ).
gewölbten Decken.																				
77 244 69 151 *(…rungsbau)* 8 093 *(…hungsarbeiten Theil)*	— 322,7 —	— 23,5 —	— — —	6468 *(8,4 %)*	—	—	—	—	—	—	—	—	Sandbruchsteine	Sandstein	Werksteinbau	Mittelschiff deutsch. Schiefer auf Schalung, Seitenschiffe Bleideckung	Kreuzgewölbe	Sandsteinplatten	—	—
mit Thurm.																				
Holzdecken.																				
13 716	97,5	13,8	84,7	—	195	86	688	—	99,8	30,0	—	22,5	Feldsteine	Ziegel	Ziegelrohbau mit Putzflächen	Falzziegel	Balkendecken auf den Kehlbalken	flachseitiges Ziegelpflaster	1236 *(9,0 %)*	Der Thurm ist aus Stiftungsgeldern erbaut (in Sp. 12 u. 13 berücksichtigt).
18 217	121,8	16,9	140,1	—	350 *(Kiefernholz)*	183	665	—	71,8	19,5	18,1	—	"	"	Ziegelrohbau	Ziegelkronendach	schräge Holzd., Apsis gewölbt	Cement- und Thonfliesen, unter d. Sitzen Dielung	1864 *(10,2 %)*	Treppe: Sandstein.
17 900	97,9	13,7	80,6	630 *(3,5 %)*	270	110	rund 860	—	115,0	26,4	14,1	24,4	"	"	"	Thurmspitze Schiefer u. Zink, sonst wie vor	spitzbogige Holzdecke, Apsis gewölbt	Apsis Fliesen, sonst Ziegel	2280 *(12,7 %)* *(nur Anfuhr)*	Treppe: Granit.
26 500	112,1	13,1	82,8	2215 *(8,4 %)*	160 *(Kiefernholz)*	190	1220	—	149,4	40,7	18,2	24,7	"	"	"	Falzziegel, Thurmspitze deutsch. Schiefer	schräge Holzd., Apsis u. Thurmhalle gewölbt	Thonfliesen, unter d. Sitzen Dielung	1900 *(7,2 %)*	Wie vor.
33 666	123,2	14,2	105,2	425 *(1,3 %)*	397	345	rund 1150	2400	164,6	33,0	19,4	—	"	"	"	Ziegelkronend., Thurmspitze Schiefer	"	—	—	3 Glocken (1243 ℳ), Taufstein (84 ℳ), Blitzableiter (375 ℳ).
46 080 40 682 *(Kirche)* 5 398 *(Nebenanlagen)*	— 132,9 —	— 15,8 —	— 85,3 —	1247 *(2,7 %)*	625 *(Eichenholz)*	550	2409	—	203,9	95,9	18,4	26,7	Ziegel	"	Ziegelrohbau mit Verblend- und Formsteinen	Schiefer	wagerechte Holzd., Apsis gewölbt	Terrazzo	—	Treppe gewölbt aus Ziegeln. Eiserne Fenster. Nebenanlagen: 1964 ℳ f. Einebn., 2305 " f. Einfried., 1129 " f. Verschiedenes.
59 450	192,8	20,2	160,7	3515 *(5,9 %)*	575 *(Eichenholz)*	560 *(Sandstein)*	1964	3569 *(16 Stimmen)*	165,0	96,0	28,3	28,7	Kalkbruchsteine	Kalkbruchsteine	Werksteinbau	schwarze, glasirte Falzziegel, Thurmspitze deutsch. Schiefer	schräge Holzd., Apsis u. Thurmhalle gewölbt	Fliesen, unter d. Sitzen Dielung	—	Romanischer Stil. Treppe: Werkstein.
45 319 44 491 *(Kirche)* 828 *(Nebenanlagen)*	— 141,4 —	— 15,2 —	— 114,7 —	600 *(1,3 %)*	720 *(Eichenholz)*	190	—	3296	177,2	88,3	20,0	32,5	"	Ziegel	Ziegelrohbau	Ziegelkronend. Thurmspitze Schiefer	"	"	—	Rundbogenstil. Treppen: Granit. Nebenanlagen: 563 ℳ f. d. Umwehrungsmauer, 265 ℳ f. d. Abtritt.

*) Die in Spalte 18 für einzelne Bautheile mitgetheilten Kostenbeträge sind in den in Spalte 12 und 13 angegebenen Summen enthalten.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11			12
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungs-Bezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe von der O.-K. d. Fundaments bis zu d. O.-K. d. Hauptgesimses	Höhen			Rauminhalt	Anzahl der Plätze			Anschlagssumme
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Schiffes	b. des Thurmes bis zum Hauptgesims	c. der Anbauten		im ganzen	davon im Schiff	davon auf den Emporen	
							qm	qm	m	m	m	m	cbm				ℳ
11	Katholische Kirche in **Sannerz**	Cassel	94	96	entw. im M. d. ö. A., ausgef. von Siefer u. Bornmüller *(Gelnhausen)*		352,6 *278,4* *16,4* *14,1* *28,1* *3,5* *12,1*	— — — — — — —	— *7,9* *7,75* *7,5* *18,0* *6,9* *4,4*	6,5	16,6	2,95	3015,4	412 *davon Sitzplätze* *262*	— *262*	— —	**30 150** *(Anschlagssumme ausschliefsl. d. Kosten f. Kanzel, Altar, Bänke usw.)*
12	Evangelische Kirche in **Rothenditmold**	„	94	96	entw. im M. d. ö. A., ausgef. von Schuchard *(Cassel)*	Die Apsis mit halbem Achteck geschlossen, sonst im wesentlichen wie Nr. 7.	414,0 *323,3* *36,2* *36,0* *18,5*	36,2 — *36,2* — —	— *9,0* *10,2* *21,0* *4,6*	7,5	19,0	3,1	4120,0	600	450	150	**59 140** *(ausschliefsl. d. Kosten für die Heizungsanlage und die Glocken)*
13	Katholische Kirche in **Pr. Friedland**	Marienwerder	93	95	entw. im M. d. ö. A., ausgef. von Collmann v. Schatteburg *(Schlochau)*	1 — Bahrenkammer.	449,8 *364,5* *28,3* *7,9* *19,8* *17,9* *11,4*	— — — — — — —	— *9,5* *23,5* *7,8* *4,81* *4,62* *3,95*	8,4	20,4	3,7 (6,3)	4412,4	670 *davon Sitzplätze* *312*	— *248*	— *64*	**76 000**
														b) Kirchen mit			
14	Evangelische Kirche in **Grofs-Buckow**	Frankfurt a. O.	94	96	entw. v. Gamper, ausgef. von Baumgarth (R.-B. Menzel) *(Sorau)*	Seitenemporen.	419,1 *247,0* *84,0* *25,2* *32,4* *26,5*	— — — — — —	— *11,8* *9,5* *25,8* *7,45* *4,0*	10,3 (8,3)	21,8	—	4813,3	610	—	—	**65 700**
15	desgl. in **Kunzendorf**	„	95	96	entw. v. Gamper (R.-B. Ullrich), ausgef. v. Baumgarth (R.-B. Walbe u. Janssen) *(Sorau)*	1 Seitenempore.	657,1 *426,8* *136,6* *54,9* *17,6* *21,2*	— — — — — —	— *12,50* *9,85* *28,52* *5,20* *4,0*	12,0 (9,85)	26,5	4,7 (3,5)	8422,6	790	480	310	**128 400**
16	desgl. in **Fulda**	Cassel	94	96	entw. v. Zölffel, ausgef. v. Hoffmann (R.-B. Richter) *(Fulda)*	Seitenemporen.	801,7 *599,1* *69,7* *54,6* *14,0* *14,0* *8,0* *8,0* *8,0* *12,9* *18,4*	113,1 — *69,7* — *14,0* — *8,0* *8,0* — — *18,4*	— *15,0* *14,6* *28,36* *10,3* *17,0* *10,3* *5,9* *9,4* *5,0* *6,8*	12,9 (12,3)	27,1 (15,74) (9,04)	4,0 (7,5) (3,1)	12299,7	1000	658	342	**194 000**

13				14					15				16						17	18
Ausführungs-Kosten (einschl. der in Spalte 14 aufgeführten Kosten)				Kosten für					Flächeninhalt			Ganze Thurmhöhe	Baustoffe und Herstellungsart der						Werth d. Hand- u. Spanndienste (in den in Spalte 12 u. 13 angegebenen Summen enthalten)	Bemerkungen*)
im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Platz	Bauleitung	Kanzel	Altar	Bänke	Orgel	a. des Schiffes	b. der Emporen	c. der Altarnische		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Fußböden		
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	qm	qm	qm	m							ℳ	
43 228	122,6	14,3	104,9	1228 (2,8 %)	400	1900 (Hochaltar) 350 (Nebenaltar)	1360	3600	220,0	24,5	24,2	30,0	Sandbruchsteine	Sandbruchsteine, oberstes Thurmgeschoß Ziegelfachwerk	Bruchsteinrohbau, Architektur-Theile Werkstein	Falzziegel, Thurmspitze u. Apsis deutsch. Schiefer	bogenförmige Holzdecke geputzt, Apsis u. Chor gewölbt	Sandsteinplatten, unter den Sitzen Ziegelpflaster	—	Romanischer Stil. Treppe: Haustein. 2 Glocken mit Stuhl (1500 ℳ), 1 Beichtstuhl (180 ℳ).
72 830 61 581 (Kirche) 8 249 (Nebenanlagen)	— 156,0 —	— 15,7 —	— 107,5 —	1346 (1,8 %)	266	190	2623	4400	258,5	68,2	28,3	36,0	"	Sandbruchsteine	Werksteinbau	glasirte Falzziegel, Thurmspitze deutsch. Schiefer	schräge Holzdecke, Apsis u. Thurmhalle gewölbt	Thonfliesen, unter den Sitzen Cementestrich	—	Gothischer Stil. Treppen: Sandstein. Glocken mit Stuhl (3945 ℳ). — Luftheizung (3250 ℳ im ganzen, 134,4 ℳ für 100 cbm beheizten Raumes).
													Nebenanlagen: 1194 ℳ f. Einebnung, 4597 " f. Einfriedigung, 2133 " f. Pflasterung, 325 " f. Gartenanlagen.							
71 700	159,4	16,2	107,0	7953 (11,1 %)	700	825 (Hochaltar) 660 (2 Nebenaltäre)	rund 1750	4950	281,4	48,2	28,5	37,5	Feldsteine	Ziegel	Ziegelrohbau mit Putznischen, Verblend- u. Formsteinen	deutsch. Schiefer auf Pappe	"	Plattenbelag, unter den Sitzen Dielung	—	Gothischer Stil. Treppe: Granit. 2 Beichtstühle (zusammen 710 ℳ), Blitzableiter (521 ℳ).
gewölbten Decken.																				
66 076	157,7	13,7	108,3	7989 (12,1 %)	590 (Kiefernholz)	535 (Eichenholz)	—	3850	247,8	142,3	27,3	38,5	Bruchsteine	"	Ziegelrohbau mit Verblend- u. Formsteinen	Ziegelkronendach, Thurmspitze deutsch. Schiefer	Kreuzgewölbe	Thonfliesen, unter den Sitzen Ziegelpflaster	—	Hallenkirche. Treppen: Granit. 3 Glocken (1898 ℳ + 600 ℳ für altes Material). Thurmspitze (346 ℳ).
92 516	140,8	11,0	117,1	5879 (6,4 %)	— (alt)	— (alt)	rund 3500	5740 (18 Stimmen)	360,3	206,5	44,6	48,0	"	"	"	"	"	—	—	Gothischer Stil. — Die Steine für die Grundmauern sind zum größten Theil aus dem Abbruch der alten Kirche gewonnen. Es sind daher in Spalte 8 die Höhen nur von Bodengleiche an gerechnet! 3 neue Glocken (einschl. 820 ℳ für die alten) (2820 ℳ). Eiserner Glockenstuhl (517 ℳ).
190 000 184 150 (Kirche) 5850 (Nebenanlagen)	— 229,7 —	— 15,0 —	— 184,2 —	10796 (5,7 %)	904 (Eichenholz)	1396 (Sandstein)	7007 (Kiefernholz mit Eichenholzwangen)	7800 (20 Stimmen)	489,1	233,0	64,3	50,7	Sandbruchsteine	Sandbruchsteine	Werksteinbau, Quadern gespitzt	deutsch. Schiefer auf Schalung	Kreuz- u. Sterngewölbe	Sandsteinplatten, unter den Sitzen Dielung	—	Treppen: Sandstein. Luftheizung (2668 ℳ im ganzen, 80,0 ℳ für 100 cbm beheizten Raumes), Gasleitung (738 ℳ im ganzen, 12,7 ℳ für 1 Flamme), Wasserleitung (175 ℳ im ganzen, 87,5 ℳ für 1 Hahn).
													Nebenanlagen: 448 ℳ f. Gas- u. Wasserl. außerh. d. Kirche, 1523 " f. 222 m Umwehrung (Sandsteinpfosten mit Geländerstange), 1129 " f. Einebnung, 1318 " f. Wege- und Gartenanlagen, 1432 " f. d. Entwässerung (Thonrohrleitung).							

*) Die in Spalte 18 für einzelne Bautheile mitgetheilten Kostenbeträge sind in den in Spalte 12 und 13 angegebenen Summen enthalten.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungs-Bezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe d. Geb. v. d. O.-K. d. Fundaments, einschl. des Höhenzuschlages (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag für d. ausgebaute Dachgeschofs usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8)	Gesamtkosten der Bauanlage nach	
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels			dem Anschlage	der Ausführung (Spalte 13 u. 16)
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm	ℳ	ℳ

Zur Bezeichnung der einzelnen Räume in den Grundrissen und Beischriften dienen nebenstehende Abkürzungen. Es bedeutet: *ab* = Abtritt, *ar* = Archiv, *az* = Arbeits-, Amtszimmer, *ba* = Bad, *bk* = Backofen, *br* = Brennmaterial, *c* = Confirmandenzimmer,

II. Pfarr-

a) Eingeschos-

Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungs-Bezirk	von	bis	Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs nebst Beischrift	im Erdgeschofs	davon unterkellert	Gesamthöhe	a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels	Höhenzuschlag	Gesamtrauminhalt	dem Anschlage	der Ausführung
1	Evangelisches Pfarrhaus in **Minken**	Breslau	95	96	Lamy *(Brieg)*	im K: k, s, g, ml, wk, bk, E: sieh d. Abb., im D: 2st, 2ka, rk.	180,0	172,0	8,0	2,5	3,6	0,5	1,1	1440,0	**17 400**	15 409
2	Katholisches desgl. in **Carlsmarkt**	„	95	96	„	im K: wk, r, ml, E: sieh d. Abb., im D: st.	183,4	183,4	6,85	2,5	3,8	—	0,55	1256,3	**14 700**	12 657
3	desgl. in **Czarnowanz**	Oppeln	96	96	Roseck *(Karlsruhe O/S.)*	im K: Wirthschaftsräume, E: sieh die Abbildung, im D: 2st, 2ka.	191,9	191,9	7,4	2,7	3,7	—	1,0	1420,1	**24 679**	24 238
4	Evangelisches desgl. in **Buchholz**	Magdeburg	95	96	Saran *(Wolmirstedt)*	im D: 2st.	193,5	136,0	7,77	2,5	3,45	0,85	0,97	1503,5	**16 600**	16 000
5	Katholisches desgl. in **Pelplin**	Danzig	95	96	Abesser *(Marienburg)*	im K: wk, bk, E: sieh d. Abb., im D: 2st.	204,1 *199,0* *5,1*	204,1 *199,0* *5,1*	— *7,7* *5,9*	2,6	3,0	0,9	0,6	1562,4	**25 070**	24 027
6	Evangelisches desgl. in **Altfelde**	„	95	96	„	im D: st, g.	221,0 *111,3* *109,7*	111,3 *111,3* —	— *7,0* *5,6*	2,5	3,5	—	1,0	1393,4	**18 300**	17 128
7	desgl. in **Scharnau**	Königsberg	95	96	Zorn u. Scheurmann *(Neidenburg)*	im D: 2st, rk.	224,7 *183,3* *41,4*	183,3 *183,3* —	— *7,12* *5,5*	2,52	3,6	—	1,0	1532,8	**22 500**	21 216
8	desgl. in **Kwiecziszewo**	Bromberg	95	96	Heinrich *(Mogilno)*	im D: st.	230,1 *154,0* *76,1*	154,0 *154,0* —	— *7,63* *6,88*	2,5	3,5	1,25	0,28	1709,5	**24 500**	21 267
9	desgl. in **Woltin**	Stettin	95	96	entw. v. Weizmann, ausgef. v. Baske *(Pyritz)*	im K: wk, bk, ml, E: sieh die Abbildung, im D: 3st, 3ka, rk.	234,7	234,7	7,78	2,5	3,6	1,0	0,68	1826,0	**20 600**	17 940
10	desgl. in **Lautenburg**	Marienwerder	95	96	entw. bei der Regierung, ausgef. von Bucher *(Strasburg)*	im D: 2st, 2ka.	239,3 *110,0* *129,3*	110,0 *110,0* —	— *8,6* *5,78*	2,5	3,87	(1,4)	(0,88)	1686,9	**21 390**	19 644

13			14			15					16			17	18
Kosten der Haupt- u. Nebengebäude (einschl. der in Spalte 14 aufgeführten Kosten)			Kosten der			Baustoffe und Herstellungsart der					Kosten der Nebenanlagen			Werth der Hand- u. Spanndienste (in den in Sp. 12, 13 u. 16 angegebenen Summen enthalten)	Bemerkungen
im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	Bauleitung	Heizungsanlage im ganzen	Heizungsanlage für 100 cbm	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Einfriedung, Pflasterung usw.	Umwehrungen	Brunnen		
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ						ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	
15 409	85,6	10,7	—	590 *)	103,0	Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau	Ziegelkronendach	K. gewölbt, sonst Balkendecken	—	—	—	1955 (12,7 %)	—
12 657	69,0	10,1	—	480	113,5	Kalkbruchsteine	„	„	„	„	—	—	—	—	—
17 810 2 866 (Wirthschaftsgebäude) 945 (Abtritt)	92,8 30,6 55,3	12,6 9,3 13,8	—	620	102,1	„	„	„	wie vor, von glasirten Steinen	„	879 (Einfriedung?)	867	871	—	—
16 600	85,8	11,0	330 (2,0 %)	660	129,7	Feldsteine	„	„	Falzziegel	„	—	—	—	—	—
18 556 3 506 (Stallgebäude)	90,9 43,3	11,9 7,9	—	625	159,0	„	„	„	Schiefer auf Pappe	„	912 ([illegible])	744	309	1906 (7,9 %) (nur Anfuhr)	—
17 128	77,5	12,3	—	635	122,1	Ziegel	„	„	Pfannen auf Schalung	„	—	—	—	1373 (8,0 %) (wie vor)	—
21 216	94,4	13,8	—	890	140,2	Feldsteine	„	„	„	„	—	—	—	4219 (19,9 %)	Fußboden im K., in den Fluren, der Küche, Speise- und Räucherkammer Beton.
21 267	92,4	12,4	—	—	—	„	„	„	Ziegelkronendach	„	—	—	—	1775 (8,3 %) (nur Anfuhr)	—
17 940	76,4	9,8	—	715	114,0	„	„	„	„	„	—	—	—	1860 (10,4 %) (wie vor)	—
16 911 500 (Stallgebäude)	70,7 24,7	10,0 7,2	—	765	133,0	„	„	„	„	„		2233		—	—

häuser.

sige Bauten.

f = Flur, fk = Futterkammer, g = Gesinde-, Mädchenstube, ge = Geräthe, hs = Haushälterin, k = Küche, ka = Kammer, ks = Kuhstall, ml = Milchkeller, r = Rollkammer, rk = Räucherkammer, s = Speisekammer, sn = Schweinestall, ss = Speisesaal, st = Stube, te = Tenne, th = Treppenhaus, v = Vorraum, wk = Waschküche.

*) Die Heizung erfolgt überall, wenn nichts anderes bemerkt ist, durch Kachelöfen.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungs-Bezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe d. Geb. v. d. O.-K. d. Fundaments, einschl. des Höhenzuschlages (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag für d. ausgebaute Dachgeschofs usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8)	Gesamtkosten der Bauanlage nach	
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels			dem Anschlage	der Ausführung (Spalte 13 u. 16)
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm	ℳ	ℳ
11	Ev.-luth. Pfarrhaus in **Pillau**	Königsberg	95	96	Ihne u. G. Schultz *(Königsberg II)*	im D: 3st, f.	238,2	238,2	7,83	2,7	3,6	0,6	0,98	1865,1	28 200	25 972
12	Evangelisches desgl. in **Gr.-Tuchen**	Cöslin	94	95	Misling *(Lauenburg)*	im wesentlichen wie Nr. 10.	289,3	182,1	7,6	2,5	3,8	0,8	0,5	2198,7	28 329	23 648
															b) Theilweise zwei-	
13	desgl. in **Stendsitz**	Danzig	96	96	Schultefs *(Karthaus)*	E. im wesentl. wie Nr. 7, I = 3st, — im D: rk.	185,3 *98,6* *86,7*	98,6 *98,6* —	— *6,62* *6,01*	2,5	E = 3,92 (I = 3,09)	(0,8)	—	1347,2	16 800	14 590
14	desgl. in **Grofs-Gräfendorf**	Merseburg	95	96	Matz *(Merseburg)*	I = st, f, th, im D: 3st, 4ka.	191,1 *47,7* *31,7* *84,4* *27,3*	132,1 *47,7* — *84,4* —	— *9,4* *8,2* *8,45* *7,25*	2,5	E = 3,6 (I = 3,3)	(0,6)	(0,75)	1619,4	20 700	19 934
15	desgl. in **Glindenberg**	Magdeburg	95	96	Saran *(Wolmirstedt)*	im K: wk, r, rk, E: sieh die Abbildung, I = 2st, f, — im D: 2st, 3ka.	224,2 *78,7* *145,5*	224,2 *78,7* *145,5*	— *9,8* *7,87*	2,5	E = 3,8 (I = 3,5)	(1,0)	(0,57)	1916,3	24 500	25 203
															c) Zweigeschos-	
16	Katholisches desgl. in **Friedrichslohra**	Erfurt	95	96	Unger *(Nordhausen)*	I = 3st, th, im D: st.	105,5 *70,3* *22,0* *13,2*	83,5 *70,3* — *13,2*	— *10,0* *9,2* *8,8*	2,5	E = 3,3 I = 3,5	—	(0,7)	982,0	14 500	13 986
17	Evangelisches desgl. in **Richelsdorf**	Cassel	94	96	Difsmann, Filbry u. Siefer *(Melsungen)*	I = 4st, f, im D: st, ka, rk.	120,8 *110,0* *6,0* *4,8*	110,0 *110,0* — —	— *10,74* *9,64* *4,56*	2,8	E = 3,26 I = 3,26	1,0	0,42	1263,0	19 260	17 458
18	Lutherisches desgl. in **Rengershausen**	"	95	96	Gibelius *(Frankenberg)*	I = 4st, f, im D: st, g, rk.	131,9 *97,7* *34,2*	97,7 *97,7* —	— *9,91* *8,81*	2,4	E = 3,33 I = 3,33	—	0,86	1269,8	16 100	15 014
19	Katholisches desgl. in **Camöse**	Breslau	95	96	Wosch *(Neumarkt)*	I = 5st.	136,5	129,5	9,4	2,5	E = 3,2 I = 3,5	—	0,2	1283,1	15 500	16 010
20	Evangelisches desgl. in **Wolferode**	Merseburg	96	96	Trampe *(Eisleben)*	im wesentlichen wie Nr. 19, im D: st, ka.	145,4	145,4	10,6	2,5	E = 3,5 I = 3,4	0,8	0,4	1541,2	18 200	16 295
21	desgl. in **Lobas**	"	95	96	Schulz *(Weifsenfels)*	E. im wesentl. wie Nr. 6, I = 6st, f, im D: 3ka.	166,4 *101,6* *62,5* *2,3*	103,9 *101,6* — *2,3*	— *10,5* *12,44* *7,32*	2,52	E = 3,6 I = 3,3 (3,6)	0,68 (2,32)	0,4	1861,1	24 700	24 011
22	Probstei-Geb. bei der kathol. Kirche in **Königsberg**	Königsberg	95	96	entw. im M. der geistl. etc. Ang., ausgef. von Ihne u. G. Schultz *(Königsberg II)*	I = 6st, ba, ab.	239,7	239,7	11,5	3,0	E = 4,0 I = 4,1	—	0,4	2756,6	45 200	45 140

13			14			15					16			17	18
Kosten der Haupt- u. Nebengebäude (einschl. der in Spalte 14 aufgeführten Kosten)			Kosten der			Baustoffe und Herstellungsart der					Kosten der Nebenanlagen			Werth der Hand- u. Spanndienste (in den in Sp. 12, 13 u. 16 angegebenen Summen enthalten)	Bemerkungen
im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	Bauleitung	Heizungsanlage im ganzen	Heizungsanlage für 100 cbm	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Einebnung, Pflasterung usw.	Umwehrungen	Brunnen		
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ						ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	
25 972	109,0	13,0	—	1080 *)	183,0	Feldsteine	Ziegel	Ziegelrohbau	Pfannen auf Schalung	K. gew., sonst Balkendecken	—	—	—	1447 (5,6 %) (nur Anfuhr)	—
23 648	81,7	10,8	777 (3,3 %)	661	78,5	"	"	"	Ziegelkronendach	"	—	—	—	3788 (16,0 %) (wie vor)	—
geschossige Bauten.															
14 520	78,4	10,8	—	600	142,5	"	"	"	Pfannen auf Schalung	"	—	—	—	1921 (13,2 %) (wie vor)	—
16 864 1 109	88,2 28,5 (Stallgebäude)	10,4 8,1	300 (1,5 %)	— (eiserne Oefen)	—	Bruchsteine	"	"	Ziegelkronendach	"	1961			—	—
21 980 2 300	98,0 40,0 (wie vor)	11,5 11,3	700 (2,8 %)	766 (Kachel- u. eis. Oefen)	101,7	"	"	"	Falzziegel	"	923			—	Das Gebäude ist mit Wasserleitung (430 ℳ im ganzen, 107,5 ℳ für 1 Hahn) versehen.
sige Bauten.															
11 583	109,8	11,8	—	437 (wie vor)	117,4	"	E. Kalkbruchsteine, I Ziegel u. Ziegelfachwerk	E. Werksteinbau, I Ziegelrohbau u. Ziegelfachwerk, gefugt	deutsch. Schiefer auf Schalung	"	1481	902	20	—	Die Grundmauern sind drainirt (410 ℳ). — Die Fachwerkswände sind auf der Innenseite mit Gipsdielen bekleidet.
12 725 3 844 (Wirthschaftsgebäude) 243 (Holzstall)	105,3 43,7 13,1	10,1 8,2 4,5	—	360 (wie vor)	68,6	Sandbruchsteine	K. Sandbruchsteine, sonst Ziegel	Ziegelrohbau	Falzziegel	"	278	—	369	—	Treppe: Eichenholz.
15 014	114,8	11,8	—	448 (eiserne Regulir-Füllöfen)	80,6	Grauwackebruchsteine	K. Bruchsteine, sonst Ziegel	"	"	"	—	—	—	—	—
15 010	110,0	11,7	—	505	109,8	Ziegel	Ziegel	"	blaue Falzziegel	"	rund 1000		—	2400 (16,0 %)	Die Grundmauern sind drainirt. Wohnungen für 1 Pfarrer und 1 Kaplan.
15 015 830	103,3 35,2 (Nebengebäude)	9,7 10,8	—	490 (eiserne Regulir-Füllöfen)	83,3	Bruchsteine	K. Bruchsteine, sonst Ziegel	"	deutsch. Schablonenschiefer auf Schalung	"	450		—	—	Im Dachgeschofs Gipsestrich.
17 685 3 210	106,3 39,0 (Wirthschaftsgebäude)	9,5 7,7	—	850 (Kachel- u. eis. Reg.-Füllöfen)	143,8	Sandbruchsteine	"	"	Ziegeldoppeldach	"	899	2217	—	2821 (11,7 %)	—
40 060 2 300	167,1 30,8 (Stallgebäude)	14,5 6,0	647 (1,4 %)	1210	136,7	Feldsteine	Ziegel	Ziegelrohbau m. Verblend- u. Formsteinen	deutsch. Schiefer auf Schalung	K. u. Flure i. E. gewölbt, Treppenhaus Monier-, sonst Balkend.	327	1983	470	—	—

*) Die Heizung erfolgt überall, wenn nichts anderes bemerkt ist, durch Kachelöfen.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10		11				12		13	14	15
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungs-Bezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche	Rauminhalt	Anzahl der Kinder	Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten d. Haupt- u. Nebengebäude (einschl. der in Spalte 12 aufgeführten Kosten)				Kosten der Heizungsanlage		Kosten der Nebenanlagen	Werth der Hand- u. Spanndienste (in den in Sp. 10 bis 13 angegebenen Summen enthalten)	Bemerkungen
			von	bis						dem Anschlage	der Ausführung (Spalte 11 u. 13)	im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Kind	im ganzen	für 100 cbm			
							qm	cbm		ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	

Zur Bezeichnung der einzelnen Räume in den Grundrissen und Beischriften dienen nachstehende Abkürzungen. Es bedeutet:

ab = Abtritt, *az* = Amtszimmer, *bn* = Bansen, *br* = Raum f. Brennmaterial, *bz* = Berathungszimmer, *f* = Flur, *ge* = Gerätheraum, *hlw* = Hülfslehrer- (Lehrerin-) Wohnung, *k* = Küche, *ka* = Kammer, *ke* = Kellerraum, *kl* = Klassen-, (Schul-) Zimmer, *ks* = Kuhstall, *l* = Lehrerzimmer, *lw* = Lehrerwohnung, *p* = Pissoir, *rk* = Räucherkammer, *s* = Speisekammer, *sdw* = Schuldienerwohnung, *sfs* = Schafstall, *sw* = Schweinestall, *st* = Stube, *te* = Tenne, *v* = Vorraum, *wk* = Waschküche.

III. Schulhäuser.

A. Schulhäuser mit Lehrerwohnung.

a) Eingeschossige Bauten.

1) Mit 1 Schulzimmer.

Grundrifs für Nr. 1 bis 35.

Nr.	Bestimmung und Ort	Reg.-Bez.	von	bis	Baubeamter	Grundrifs	qm	cbm	Kinder	Anschlag	Ausführung	im ganzen	qm	cbm	Kind	Heizung im ganzen	für 100 cbm	Nebenanlagen	Hand- u. Spanndienste	Bemerkungen
1	Schule in **Alt-Kaletka**	Königsberg	96	96	Ehrhardt *(Allenstein)*	im K: (wk); E: nach die Abbild.; im D: st, (rk).	164,4	953,8	60	**14517**	**14268**	10258 3383 (Wirthschaftsgeb.) 627 (Abtritt)	62,4 40,5 72,9	10,8 9,0 —	171,0 — 156,8 (f. 1 Sitz)	210 *)	72,4	—	—	Normalentwurf Blatt 1. Ziegelrohbau m. verschaltem Pfannendach.
2	desgl. in **Kiupaten**	Gumbinnen	95	96	Taute *(Ragnit)*	wie vor.	155,9	908,0	65	**18300**	**17400**	11677 4700 (Wirthschaftsgeb. u. Abtritt)	74,9 32,7	12,9 6,9	179,6 —	395	122,7	1023	—	Wie vor.
3	desgl. in **Staatshausen**	"	95	95	Wiechert *(Goldap)*	"	169,8	1049,5	64	**18600**	**16670**	11612 4247 (Wirthschaftsgeb.) 342 (Abtritt)	68,4 37,5 60,9	11,1 8,5 14,5	181,4 — 85,5 (f. 1 Sitz)	260	65,9	469	—	"
4	Ev. Schule in **Lippusch**	Danzig	96	96	Schreiber *(Berent)*	"	159,1	978,6	60	**15850**	**13213**	10048 2455 (Wirthschaftsgeb. u. Abtritt)	63,2 41,8	10,3 8,7	167,5 —	280	81,0	710	2166 *(16,4 %)* (nur Anfuhr)	"
5	desgl. in **Eisenthal**	"	96	96	"	"	170,0	993,0	70	**15100**	**12464**	9988 2476 (wie vor)	58,8 42,1	10,1 8,8	142,7 —	280	74,9	—	2003 *(16,1 %)* (wie vor)	"
6	Schule in **Lipowitz-Räumung**	Marienwerder	95	96	Bucher *(Strasburg W/Pr.)*	"	163,5	1001,9	60	**16049**	**15078**	11411 2628 (wie vor)	69,8 40,5	11,4 8,5	190,2 —	372	—	1039	1887 *(16,5 %)* (nur Anf. f. d. Hauptgeb.)	Ziegelrohbau mit Ziegelkronendach.
7	desgl. in **Parsken**	"	96	96	Wendorff *(Graudenz)*	"	163,5	1051,4	60	**14500**	**13918**	10890 3028 (wie vor)	66,6 46,7	10,4 8,6	181,5 —	353	—	—	655 *(4,7 %)* (nur Anfuhr)	Wie vor.
8	desgl. in **Worin**	Frankfurt a. O.	95	96	Hesse *(Frankfurt a. O.)*	"	153,0	1017,4	50	**15656**	**15172**	10363 2519 (Stallgebäude) 1374 (Scheune) 514 (Abtritt)	67,7 46,6 30,5 58,4	10,2 10,7 7,3 16,2	207,3 — — 128,5 (f. 1 Sitz)	296	84,4	402	2145 *(14,1 %)*	"
9	desgl. in **Falkenberg**	"	95	96	"	"	153,0	1043,5	50	**11767**	**10713**	9701 509 (Abtritt)	63,4 57,8	9,3 15,8	194,0 127,3 (f. 1 Sitz)	266	75,5	503	1512 *(14,1 %)*	"
10	desgl. in **Biegenbrück**	"	95	96	"	"	164,4	988,7	60	**12407**	**12870**	11180 579 (Stallgebäude) 425 (Abtritt)	68,0 28,6 49,5	11,3 7,8 13,7	186,3 — 106,3 (f. 1 Sitz)	290	79,5	686	1596 *(12,4 %)*	"
11	desgl. in **Ober-Alvensleben**	"	96	96	Andreae *(Landsberg a. W.)*	"	165,0	985,3	66	**13280**	**11252**	8767 1130 (Wirthschaftsgeb.) 603 (Abtritt)	53,1 31,4 64,9	8,9 9,5 18,9	132,8 — 150,8 (f. 1 Sitz)	285	77,9	752	911 *(8,1 %)* (nur Anfuhr)	Bauart wie vor. — Der Keller ist an das Schulh. angebaut.
12	desgl. in **Neu-Diedersdorf**	"	96	96	"	"	165,0	1025,8	66	**15088**	**12566**	9648 1779 (Wirthschaftsgeb.) 481 (Abtritt)	58,5 46,3 68,8	9,4 11,7 20,0	146,2 — 160,3 (f. 1 Sitz)	290	79,2	658	1972 *(15,7 %)*	Ziegelrohbau mit Ziegelkronendach.
13	desgl. in **Klein-Zarnow**	Stettin	95	96	Baske *(Pyritz)*	"	154,5	837,3	52	**13515**	**12300**	8530 3125 (Wirthschaftsgeb.) 380 (Abtritt)	55,2 30,9 72,4	10,2 6,2 15,6	164,0 — 126,7 (f. 1 Sitz)	260	79,8	265	1461 *(11,8 %)* (nur Anfuhr)	Wie vor.
14	desgl. in **Schönwalde-Sandkrug**	"	95	96	Krone *(Anklam)*	"	156,5	976,6	61	**14700**	**14700**	10700 3030 (Wirthschaftsgeb.) 380 (Abtritt)	68,4 41,2 86,4	11,0 9,1 19,0	175,4 — 126,7 (f. 1 Sitz)	350	104,4	590	1130 *(10,6 %)* (nur Anf. f. d. Hauptgeb.)	Wie vor mit Falzziegeldach.
15	desgl. in **Hoppenwalde**	"	95	96	"	"	157,8	998,5	51	**14050**	**11447**	7990 1945 (Wirthschaftsgeb.) 303 (Abtritt)	50,6 28,0 68,9	8,0 7,7 —	156,7 — 101,0 (f. 1 Sitz)	325	97,0	1209	294 *(3,7 %)* (wie vor)	Wie vor.

*) Die Heizung erfolgt überall, wenn nichts anderes bemerkt ist, durch Kachelöfen.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10		11				12		13	14	15
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungs-Bezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche	Rauminhalt	Anzahl der Kinder	Gesammtkosten der Bananlage nach		Kosten d. Haupt- u. Nebengebäude (einschl. der in Spalte 12 aufgeführten Kosten)				Kosten der Heizungsanlage		Kosten der Nebenanlagen	Werth der Hand- u. Spanndienste (in den in Sp. 10 bis 13 angegebenen Summen enthalten)	Bemerkungen
			von	bis						dem Anschlage	der Ausführung (Spalte 11 u. 13)	im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Kind	im ganzen	für 100 cbm			
							qm	cbm		ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	
16	Schule in **Schwabach**	Stettin	95	96	Mannsdorf *(Stettin)*	wie Nr. 1.	163,5	1028,4	60	**13960**	**13510**	10476 2174 *(Stallgebäude)* 443 *(Abtritt)*	64,1 37,[illegible] 90,0	10,2 6,7 16,6	174,6 — 119,3 *(f. 1 Sitz)*	345 *)	92,3	417	2241 *(16,6 %)*	Ziegelrohbau mit Ziegelkronendach.
17	desgl. in **Pustar**	Köslin	96	96	Harms *(Kolberg)*	„	153,6	1019,6	52	**11300**	**9940**	9940	64,7	9,7	191,2	235	67,9	—	1783 *(17,9 %)*	Wie vor.
18	desgl. in **Zollbrück**	„	95	96	Jäckel *(Stolp)*	„	163,8	1035,9	56	**11370**	**11479**	11479	70,2	11,1	205,0	335	91,0	—	—	„
19	desgl. in **Neuhof**	„	96	96	Backe *(Dramburg)*	„	170,0	1090,0	76	**12900**	**11228**	11228	66,1	10,3	147,7	235	56,8	—	2054 *(18,3 %)*	„
20	Ev. Schule in **Terespotocke**	Posen	94	96	Stocks *(Posen)*	„	141,7	772,8	50	**19720**	**16422**	9332 3913 *(Stallgebäude)* 696 *(Abtritt)*	65,9 32,3 82,9	12,1 10,6 15,8	186,7 — —	310	98,1	2481	—	„
21	desgl. in **Kotlin**	„	95	95	Egersdorff *(Krotoschin)*	„	153,5	856,4	49	**14663**	**13078**	9708 1296 *(Stallgebäude)* 764 *(Abtritt)*	63,2 36,7 86,2	11,3 11,4 —	196,1 — 191,0 *(f. 1 Sitz)*	—	—	1310	—	„
22	desgl. in **Czeszewo**	„	95	96	Freude *(Wreschen)*	„	163,6	832,9	40	**17336**	**17135**	10160 603 *(Erdkeller)* 2221 *(Stallgebäude)* 1654 *(Scheune)* 820 *(Abtritt)*	62,1 — — — —	12,2 — — — —	254,0 — — — —	286 *(Schulzimmer eis. Regulir-Füllöfen, sonst Kachelöfen)*	75,6	1677	1786 *(10,4 %)*	„
23	desgl. in **Elsenhof**	Bromberg	95	96	Wesnigk *(Gnesen)*	„	169,0	1051,3	68	**16030**	**13666**	9378 2600 *(Wirthschaftsgeb. u. Abtritt)*	55,5 39,3	8,9 10,0	137,9 —	—	—	1688	—	Ziegelrohbau mit Falzziegeldach.
24	desgl. in **Carolina**	„	96	96	Graeve *(Czarnikau)*	„	170,0	1036,2	78	**13450**	**12019**	9116 1697 *(Wirthschaftsgeb.)* 408 *(Abtritt)*	53,6 28,6 46,2	8,8 6,4 —	116,9 — —	—	—	798	—	Wie vor mit Ziegelkronendach.
25	desgl. in **Kendzie**	Breslau	96	96	Berndt *(Trebnitz)*	„	163,8	990,0	60	**13752**	**11034**	9568 1263 *(Stallgebäude u. Abtritt)*	58,4 33,1	9,7 9,6	159,5 —	272	78,2	203	2289 *(20,7 %)*	Wie vor.
26	desgl. in **Dobrzetz**	„	96	96	Maas *(Oels)*	„	164,4	1036,3	60	**13312**	**11782**	8851 1828 *(wie vor)*	53,8 33,8	8,5 10,8	147,5 —	305	83,1	1103	1475 *(12,5 %)*	„
27	desgl. in **Oswelwitz**	„	95	96	Kirchner *(Wohlau)*	„	167,7	1090,0	60	**13189**	**10268**	8309 1047 *(wie vor)*	49,6 31,0	7,6 8,7	138,5 —	265	—	912	2071 *(20,2 %)*	„
28	desgl. in **Grofs-Commerowe**	„	96	96	Berndt *(Trebnitz)*	„	169,6	1059,3	68	**15073**	**12815**	9017 2736 *(Wirthschaftsgeb. u. Abtritt)*	53,2 31,4	8,5 7,1	132,6 —	242	62,2	1062	2135 *(16,7 %)*	„
29	Kath. Schule in **Neusorge**	Liegnitz	95	96	Jungfer *(Hirschberg)*	„	131,5	818,0	30	**12210**	**12334**	10487 856 *(Nebengebäude)*	79,8 47,0	12,8 15,0	349,6 —	355	127,0	991	—	„
30	Ev. Schule in **Neu-Schweinitz**	„	95	95	Balthasar *(Görlitz)*	„	163,5	1010,0	60	**13598**	**12876**	10700 1377 *(Stallgebäude u. Abtritt)*	65,4 34,9	10,6 9,8	178,3 —	357	96,0	799	—	„
31	Schule in **Kindelsdorf**	„	95	96	Gröger *(Landeshut)*	„	163,5	1030,0	68	**14894**	**12670**	10383 965 *(Nebengebäude)*	63,5 22,9	10,1 —	152,7 —	357	93,0	1322	—	„
32	desgl. in **Asche-Fehrlingsen**	Hildesheim	95	96	Kleinert *(Einbeck)*	„	163,5	1065,0	74	**14950**	**15000**	11996 1641 *(Stallgebäude u. Abtritt)*	73,4 49,9	11,3 11,8	162,1 —	403 *(Kachel- u. eiserne Oefen)*	—	1363	2370 *(15,8 %)*	Ziegelrohbau m. Pfannend. auf Lattung.
33	desgl. in **Boxberg**	Trier	95	96	Krebs *(Trier)*	„	148,7	863,8	45	**12900**	**12126**	9238 2113 *(wie vor)*	62,1 48,9	10,7 11,7	205,3 —	225 *(eiserne Oefen)*	—	775	Bruchstein-Putzbau, Fenster- und Thürgewände Haustein; Schieferdach.	
34	desgl. in **Mützenich**	„	96	96	„	„	153,0	936,4	44	**13850**	**15065**	12088 2617 *(wie vor)*	79,0 65,4	12,9 14,3	274,7 —	205 *(wie vor)*	—	300	—	Wie vor mit Falzziegeld.
35	desgl. in **Katzwinkel**	„	95	96	„	„	168,8	1058,1	60	**15300**	**15676**	12035 2404 *(wie vor)*	71,3 56,0	11,4 12,3	200,6 —	205 *(wie vor)*	—	1237	—	Wie vor.
36	Ev. Schule in **Münchenlohra**	Erfurt	95	96	Unger *(Nordhausen)*	der hintere Flur fehlt, sonst wie Nr. 1.	163,5	1091,2	60	**12700**	**12090**	10881	66,6	10,0	181,4	230 *(wie vor)*	78,0	1200	Ziegelrohbau mit verschalt. Pfannendach.	

*) Die Heizung erfolgt überall, wenn nichts anderes bemerkt ist, durch Kachelöfen.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10		11				12		13	14	15
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungs-Bezirk	Zeit der Ausführung von	bis	Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche qm	Rauminhalt cbm	Anzahl der Kinder	Gesamtkosten der Bauanlage nach dem Anschlage ℳ	der Ausführung (Spalte 11 u. 13) ℳ	Kosten d. Haupt- u. Nebengebäude (einschl. der in Spalte 12 aufgeführten Kosten) im ganzen ℳ	für 1 qm ℳ	für 1 cbm ℳ	für 1 Kind ℳ	Kosten der Heizungsanlage im ganzen ℳ	für 100 cbm ℳ	Kosten der Nebenanlagen ℳ	Werth der Hand- u. Spanndienste (in den in Sp. 10 bis 13 angegebenen Summen enthalten) ℳ	Bemerkungen
37	Schule in **Alt-Vargow**	Köslin	95	96	Jäckel (*Stolp*)	nach vorn liegt noch 1 Kammer, sonst wie Nr. 1.	169,6	1079,2	60	**12367**	**11305**	10346	61,0	9,6	172,4	294 *)	87,9	950	—	Ziegelrohbau mit Ziegelkronendach.
38	desgl. in **Bremerberg**	Minden	96	96	Holtgreve (*Hoxter*)	der hintere Flur fehlt, sonst wie vor.	176,8	1135,4	60	**14750**	**14638**	12049 1842 (Stallgebäude) 747 (Abtritt)	68,2 43,3 82,3	10,6 9,2 —	209,8 — 184,6 (f. 1 Sitz)	218 (eiserne Oefen)	73,9	—	—	Wie vor mit Falzziegeldach.
39	Kath. Schule in **Schönwiese**	Bromberg	95	96	Küntzel (*Inowrazlaw*)	nach hinten liegt noch 1 Kammer, sonst wie Nr. 1.	183,8	974,2	84	**18430**	**16347**	12000 3650 (Stallgebäude u. Abtritt)	65,5 57,5	12,3 11,5	142,9 —	360	104,0	697	—	Wie vor mit Ziegelkronendach.
40	Schule in **Lagendorf**	Magdeburg	96	96	Bongard (*Salzwedel*)	wie vor.	163,5	990,6	60	**16430**	**14242**	9041 3263 (Wirthschaftsgeb.) 291 (Abtritt)	55,3 30,4 58,?	9,1 5,8 14,2	150,7 — 97,0 (f. 1 Sitz)	245	75,4	1647	—	Wie vor mit Pfannendach.
41	desgl. in **Bödexen**	Minden	96	96	Holtgreve (*Hoxter*)	nach vorn und hinten liegt noch je 1 Kammer, sonst wie Nr. 1.	188,4	1213,5	64	**15700**	**16238**	13626 1725 (Wirthschaftsgeb.) 887 (Abtritt)	72,3 37,3 87,3	11,2 8,3 —	212,9 — 295,6 (f. 1 Sitz)	366 (eiserne Oefen)	114,4	—	—	Wie vor mit Cementfalzziegeld. — Das Wirthschaftsgeb. ist and. Schulhaus angeb.
42	Ev. Schule in **Puszczykowo-Hauland**	Posen	94	95	Wollenhaupt (*Lissa*)	hinterer Flur und Speisekammer sind angebaut, hinter d. Schulzimmer liegt 1 Kammer, sonst wie Nr. 1.	160,1	876,3	60	**19200**	**16661**	9350 1144 (Erdkeller) 1784 (Wirthschaftsgeb.) 736 (Abtritt)	58,4 49,8 34,6 83,0	10,7 22,7 8,6 —	155,8 — — 184,0 (f. 1 Sitz)	271	83,4	1647	—	Ziegelrohbau mit Ziegelkronendach.
43	Kath. Schule in **Ostoje**	"	95	95	Zeuner u. Engelbart (*Rawitsch*)	im D: st, rk.	167,0	859,1	80	**16171**	**13916**	9230 605 (Erdkeller) 2332 (Wirthschaftsgeb.) 718 (Abtritt)	55,3 26,8 37,5 80,7	10,7 12,0 8,1 20,0	115,4 — — 179,5 (f. 1 Sitz)	300	77,0	1031	3119 (*22,4%*)	Wie vor.
44	desgl. in **Usarzewo**	"	95	96	Freude (*Wreschen*)	wie vor.	167,6	996,7	85	**15511**	**14848**	9685 2413 (Wirthschaftsgeb.) 690 (Abtritt)	57,8 — —	9,7 — —	114,0 — —	287	70,0	2051	1875 (*19,4%*)	"
45	Schule in **Schönberg**	Wiesbaden	95	96	Dapper u. Filbry (*Montabaur*)	nach vorn liegt noch 1 Kammer, sonst im wesentlichen wie Nr. 43.	171,9	1057,7	77	**14150**	**13948**	12748 1200 (Abtritt)	74,2 100,5	12,1 21,0	165,6 300,0 (f. 1 Sitz)	233 (eiserne Oefen)	63,3	—	—	Ziegelrohbau mit Schieferdach.
46	Kath. Schule in **Zielencin**	Posen	95	96	Wollenhaupt (*Lissa*)	hinter dem Schulzimmer liegt 1 Kammer, sonst wie Nr. 43.	172,2	901,9	80	**18036**	**15369**	9603 642 (Kellerraum) 3023 (Wirthschaftsgeb.) 755 (Abtritt)	55,8 33,4 37,0 85,2	10,6 14,3 9,7 —	120,0 — — 188,8 (f. 1 Sitz)	280	77,6	1346	—	Wie vor mit Ziegelkronendach.
47	Ev. Schule in **Saule**	"	94	95	"	wie vor.	172,2	1018,6	60	**15830**	**15858**	9911 3138 (Wirthschaftsgeb.) 691 (Abtritt)	57,5 28,? 78,0	9,7 8,7 —	165,2 — 172,8 (f. 1 Sitz)	342 (Schulzimmer eiserne Oefen, sonst Kachelöfen)	82,1	1918	—	Wie vor.
48	Schule in **Tielenhemme**	Schleswig	96	96	entw. v. Vollmar, ausgef. v. Treede (*Husum*)	im D: st.	159,5	904,6	50	**17300**	**19348**	11121 2986 (Pfahlrost d. Hauptgeb.) 1824 (Nebengebäude) 1247 (Pfahlrost d. Nebengeb.)	69,7 18,7 50,9 34,6	11,5 — 13,8 —	222,4 — — —	367 (eiserne Oefen)	96,0	2170	—	Ziegelrohbau mit Pfannendach.
49	Kath. Schule auf dem **Annaberge** bei Neurode	Breslau	95	96	Kruttge (*Glatz*)	im wesentlichen wie vor.	160,4	1233,9	60	**17110**	**19724**	13427 1925 (Nebengebäude)	80,6 45,7	10,9 10,3	223,8 —	310	94,0	4372	2675 (*13,6%*) (nur Anfuhr)	Ziegelputzbau m. Eisenblechpfannendach (Pat. Hilgers).
50	Schule in **Haddorf**	Stade	95	96	König (*Stade*)	desgl.	171,6	1012,7	45	**13200**	**12940**	10250 1771 (Wirthschaftsgeb.) 180 (Abtrittanbau)	59,7 40,5 33,3	10,1 9,6 —	227,6 — 60,0 (f. 1 Sitz)	362 (1 eis. Ofen, sonst Kachelöfen mit eis. Untersatz)	119,4	736	1744 (*13,5%*)	Ziegelrohbau mit Pfannendach.
51	desgl. in **Rückers**	Cassel	95	96	Schule (*Fulda*)	im D. 2st, rk.	159,6	1364,5	65	**16300**	**16725**	11576 3543 (Stallgebäude u. Abtritt)	72,4 42,9	8,5 8,4	178,0 —	—	—	1606	—	Ziegelputzbau, Ecken u. Einfass. Ziegelrohbau.
52	Ev. Schule in **Staude**	Oppeln	95	96	Posern (*Pleß*)	im D: st.	191,2	1079,7	85	**18100**	**18368**	12672 3491 (Stallgebäude) 502 (Abtritt)	66,3 39,5 88,1	11,7 8,0 19,3	149,1 — 125,5 (f. 1 Sitz)	291 (Kachelöfen) 157 (eiserne Oefen)	132,9 79,2	1703	—	Ziegelputzbau mit Falzziegeldach.

*) Die Heizung erfolgt überall, wenn nichts anderes bemerkt ist, durch **Kachelöfen**.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10		11				12		13	14	15
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungs-Bezirk	Zeit der Ausführung von	bis	Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche qm	Rauminhalt cbm	Anzahl der Kinder	Gesamtkosten der Bauanlage nach dem Anschlage ℳ	der Ausführung (Spalte 11 u. 13) ℳ	Kosten d. Haupt- u. Nebengebäude (einschl. der in Spalte 12 aufgeführten Kosten) im ganzen ℳ	für 1 qm ℳ	für 1 cbm ℳ	für 1 Kind ℳ	Kosten der Heizungsanlage im ganzen ℳ	für 100 cbm ℳ	Kosten der Nebenanlagen ℳ	Werth der Hand- u. Spanndienste (in den in Sp. 10 bis 13 angegebenen Summen enthalten) ℳ	Bemerkungen
53	Schule in **Narthen**	Königsberg	96	96	Scheurmann *(Neidenburg)*	Grundriß f. Nr. 53 bis 100 im K: (wk); Erdgeschoß die Abbild.; im D: rk, st).	176,0	903,4	82	**13600**	**11072**	11072	62,9	12,3	135,0	—	—	—	1706 *(15,4 %)* (nur Anfuhr)	Normalentwurf Blatt 2. Ziegelrohbau mit verschalt. Pfannendach.
54	desgl. in **Molitten**	„	96	96	entw. v. Ehrhardt, ausgef. v. Gareis *(Mohrungen)*	wie vor.	176,3	929,6	60	**13000**	**11297**	11297	64,1	12,2	188,3	320 *)	112,9	—	1004 *(8,9 %)* (wie vor)	Wie vor.
55	desgl. in **Nattern**	„	96	96	Ehrhardt *(Allenstein)*	„	186,5	1011,0	80	**16900**	**15025**	10411 3281 (Wirthschaftsgeb.) 575 (Abtritt)	55,8 33,2 66,9	10,1 7,4 —	130,1 — 143,8 (f. 1 Sitz)	250	69,5	758	1265 *(8,4 %)* (wie vor)	„
56	desgl. in **Schneckenmoor**	Gumbinnen	93	93	Kellner *(Kaukehmen)*	„	161,1	764,5	80	**13790**	**15617**	9332 956 (künstl. Gründung) 2853 (Wirthschaftsgeb.) 368 (Abtritt)	56,9 — 31,9 —	12,2 — 10,6 —	116,7 — — 92,0 (f. 1 Sitz)	315	90,8	2168	—	Gefugtes Ziegelfachwerk mit verschaltem Pfannendach.
57	desgl. in **Pogorszellen**	„	95	96	Junghann *(Goldap)*	„	172,9	1094,5	60	**16052**	**15788**	10804 3570 (Wirthschaftsgeb.) 521 (Abtritt)	62,6 34,9 60,2	9,9 9,1 19,2	180,0 — 130,3 (f. 1 Sitz)	415	109,2	893	—	Ziegelrohbau mit verschalt. Pfannendach.
58	desgl. in **Kallwehlen**	„	94	96	Tauto *(Ragnit)*	„	185,9	909,7	80	**15980**	**16900**	11656 4722 (Wirthschaftsgeb. u. Abtritt)	62,7 39,2	12,8 8,6	145,7 —	395	—	322	—	Wie vor.
59	desgl. in **Pusdrowo**	Danzig	96	96	Schulteß *(Karthaus)*	„	174,5	929,2	80	**15000**	**13613**	10170 2281 (Wirthschaftsgeb. u. Abtritt)	58,3 38,6	11,0 8,1	127,2 —	320	91,4	1186	2572 *(18,9 %)* (nur Anfuhr)	„
60	Kath. Schule in **Kellerode**	Marienwerder	95	96	Schiele *(Neumark)*	„	177,8	931,1	70	**15130**	**14374**	11001 2912 (wie vor)	61,9 44,5	11,8 10,5	157,2 —	200	80,2	161	1029 *(9,4 %)* (nur Anf. f. d. Hauptgeb.)	Ziegelrohbau mit Ziegelkronendach.
61	Schule in **Trutnowo**	„	95	96	Schramke *(Schwetz)*	„	183,0	1028,2	80	**16850**	**14935**	11616 2569 (wie vor)	63,5 40,0	11,3 8,5	145,2 —	265	69,7	750	1671 *(11,2 %)* (nur Anfuhr)	Wie vor.
62	desgl. in **Treugenkohl**	„	95	96	Buttner *(Marienwerder)*	„	190,5	1112,0	91	**14000**	**11866**	11866	62,2	10,1	130,4	230	66,5	—	2207 *(18,6 %)* (wie vor)	„
63	Küster- u. Schulhaus in **Buchholz**	Potsdam	96	96	Kohler *(Brandenburg)*	„	177,0	1097,5	80	**12300**	**10292**	10292	58,2	9,4	128,7	290	78,2	—	1200 *(11,7 %)*	„
64	Schule in **Neuenburg**	Frankfurt a. O.	96	96	Petersen u. Andreae *(Landsberg a. W.)*	„	173,1	1111,0	73	**11000**	**9679**	9679	55,9	8,7	132,6	294	68,8	—	813 *(8,4 %)* (nur Anfuhr)	„
65	desgl. in **Grabig**	„	96	96	Baumgarth *(Sorau)*	„	184,7	1073,0	80	**13200**	**11803**	10293 642 (Nebengebäude)	55,7 20,1	9,6 8,4	128,7 —	rund 300	90,9	868	1242 *(10,3 %)* (wie vor)	„
66	desgl. in **Ulrichshorst**	Stettin	94	96	Blankenburg *(Swinemünde)*	„	184,5	928,0	83	**16060**	**12793**	8465 3240 (Wirthschaftsgeb.) 667 (Abtritt)	45,5 32,0 —	9,1 7,4 —	102,0 — 166,8 (f. 1 Sitz)	240	75,0	415	1042 *(8,1 %)* (wie vor)	„
67	desgl. in **Repkow**	Köslin	96	96	Deumling *(Köslin)*	„	173,3	1069,7	70	**15120**	**14288**	13876 412 (Abtritt)	80,1 —	13,0 —	198,2 103,0 (f. 1 Sitz)	220	72,5	—	—	„
68	desgl. in **Wocknin**	„	95	96	Jäckel *(Stolp)*	„	190,1	1138,9	95	**15293**	**15131**	11324 3807 (Wirthschaftsgeb. u. Abtritt)	59,6 33,6	9,9 7,8	119,2 —	290	72,7	—	—	„
69	desgl. in **Warnin**	„	96	96	Harms *(Colberg)*	„	190,1	1147,9	92	**15850**	**15775**	12309 3466 (wie vor)	64,8 37,6	10,7 7,1	133,8 —	310	77,2	—	2894 *(18,3 %)*	„
70	Kath. Schule in **Garzno**	Posen	94	95	Wollenhaupt *(Lissa)*	„	190,3	1041,1	80	**18187**	**16630**	10435 668 (Kellerausbau) 2963 (Wirthschaftsgeb.) 700 (Abtritt)	54,9 33,[illegible] 32,0 79,[illegible]	10,0 15,2 7,6 —	130,4 — — 175,0 (f. 1 Sitz)	353 (Schulzimmer eiserner Ofen, sonst Kachelöfen)	85,2	1861	3282 *(19,7 %)*	„
71	Ev. Schule in **Langenfeld**	„	95	96	Egersdorff *(Krotoschin)*	„	190,1	1063,2	80	**18660**	**15820**	11194 2572 (Wirthschaftsgeb.) 703 (Abtritt)	58,9 33,1 75,[illegible]	10,6 7,0 —	139,9 — 175,8 (f. 1 Sitz)	375	84,0	1371	—	„

*) Die Heizung erfolgt überall, wenn nichts anderes bemerkt ist, durch Kachelöfen.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10		11				12		13	14	15
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungs-Bezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche	Bauminhalt	Anzahl der Kinder	Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten d. Haupt- u. Nebengebäude (einschl. der in Spalte 12 aufgeführten Kosten)				Kosten der Heizungsanlage		Kosten der Nebenanlagen	Werth der Hand- u. Spanndienste (in den in Sp. 10 bis 13 angegebenen Summen enthalten)	Bemerkungen
			von	bis						dem Anschlage	der Ausführung (Spalte 11 u. 13)	im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Kind	im ganzen	für 100 cbm			
							qm	cbm		ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	
72	Kath. Schule in **Alt-Bialcz**	Posen	93	95	Wollenhaupt (*Lissa*)	wie Nr. 53	190,1	1067,7	80	**18909**	**17866**	11229 742 (Kellerraum) 3056 (Wirthschaftsgeb.) 750 (Abtritt)	59,1 38,8 43,5 84,7	10,6 16,7 9,6 —	140,4 — — 187,5 *f. 1 Sitz*	295 *)	70,4	2089	—	Ziegelrohbau mit Ziegelkronendach
73	Ev. Schule in **Jacewo**	Bromberg	96	96	Küntzel (*Inowrazlaw*)	..	167,0	946,6	60	**14500**	**12750**	9135 2390 (Stallgebäude) 340 (Abtritt)	54,7 13,5 31,6	9,7 10,0 10,9	158,4 — 85,0 *f. 1 Sitz*	365	98,[illegible]	885	—	..
74	desgl. in **Jacubowo**	.	95	96	..	..	180,1	996,1	82	**15600**	**13175**	9300 3180 (Stallgebäude u. Abtritt)	51,5 48,5	9,3 10,1	113,4 —	340	95,0	695	—	..
75	desgl. in **Obudno**	"	96	96	Wagenschein (*Schubin*)	..	181,9	962,5	80	**12218**	**9512**	9512	52,5	9,6	118,9	—	—	—	—	..
76	Kath. Schule in **Sartschin**	"	96	96	..	..	184,3	1017,2	70	**15880**	**12920**	9125 2768 (Wirthschaftsgeb. u. Abtritt)	49,[illegible] 32,0	9,0 6,7	130,4 —	—	—	1027	—	..
77	desgl. in **Tarnowko**	"	95	96	Küntzel (*Inowrazlaw*)	..	185,0	911,1	90	**17890**	**15105**	10915 2646 (Wirthschaftsgeb. u. Abtritt) 800 (Erdkeller)	59,0 36,0 35,7	12,0 7,9 13,1	121,3 — —	390	116,5	744	—	..
78	desgl. in **Collin**	"	96	96	Schmitz (*Nakel*)	..	155,0	968,0	85	**10200**	**9620**	9620	52,0	9,9	113,2	250	80,0	—	—	..
79	desgl. in **Elisewo**	"	96	96	Wagenschein (*Schubin*)	..	185,2	1054,6	70	**18010**	**14656**	10188 3053 (Wirthschaftsgeb. u. Abtritt)	55,0 33,8	9,7 7,6	145,5 —	—	—	815	-	..
80	desgl. in **Kania**	"	96	96	..	..	185,5	1000,0	80	**16290**	**14862**	9618 2811 (wie vor)	52,0 30,4	9,0 7,6	120,6 —	—	—	2403	—	..
81	desgl. in **Jerzyce**	"	96	96	Küntzel (*Inowrazlaw*)	..	186,7	1018,[illegible]	79	**15650**	**14686**	10800 2720 (Stallgebäude u. Abtritt)	57,9 42,5	10,6 8,7	136,7 —	360	97,6	1166	—	..
82	Ev. Schule in **Breitenfelde**	"	95	96	Wesnigk (*Gnesen*)	..	188,0	1010,5	84	**16900**	**14792**	10346 2750 (Wirthschaftsgeb. u. Abtritt) 680 (Erdkeller)	55,0 41,5 31,4	10,2 10,0 13,7	123,2 — —	—	—	1016	—	Ziegelrohbau mit Falzziegeldach
83	desgl. in **Braunsdorf**	"	96	96	"	..	195,3	929,0	83	**13297**	**12610**	11017 581 (Abtrittanbau) 650 (Erdkeller)	56,5 — 31,6	11,9 — 14,[illegible]	132,7 — —	—	—	362	—	Bauart wie vor. An das Schulzimmer ist eine Altarnische angebaut.
84	desgl. in **Pawelwitz**	Breslau	95	96	Berndt (*Trebnitz*)	..	184,4	1041,3	81	**14620**	**12461**	9182 978 (Stallgebäude) 387 (Abtritt) 678 (Erdkeller)	51,4 32,6 23,2 29,2	9,1 8,[illegible] 12,5 11,8	117,1 — 96,8 *f. 1 Sitz* —	300	76,3	936	1514 (*12,1%*)	Ziegelrohbau mit Ziegelkronendach.
85	desgl. in **Jacobsdorf**	"	96	96	Maas (*Oels*)	..	186,7	1236,8	80	**16454**	**15373**	10853 3073 (Wirthschaftsgeb. u. Abtritt)	58,1 44,7	8,4 11,5	135,7 —	370	—	1447	2301 (*15,0%*)	Wie vor
86	Kath. Schule in **Sasterhausen**	"	95	96	Walther (*Schweidnitz*)	..	191,1	1071,8	80	**13600**	**12550**	10000 940 (wie vor)	52,3 32,[illegible]	9,3 13,9	125,0 —	295	78,7	1610	2320 (*18,5%*)	..
87	Schule in **Neu-Särichen**	Liegnitz	94	95	Happe (*Hoyerswerda*)	..	184,8	1053,4	83	**15000**	**14314**	11204 1725 (wie vor)	60,6 58,[illegible]	10,6 17,3	135,0 —	395	112,0	1385	2902 (*20,3%*)	..
88	Ev. Schule in **Straus**	"	95	96	Ziolecki (*Bunzlau*)	..	184,6	1082,9	73	**13560**	**12744**	10216 1542 (Stallgebäude u. Abtritt)	55,8 31,3	9,4 9,[illegible]	139,9 —	443	107,0	986	—	..
89	desgl. in **Hindorf**	"	95	96	Jungfer (*Hirschberg*)	..	190,1	1276,7	90	**16870**	**17899**	14292 2147 (wie vor)	75,2 71,0	11,2 14,1	158,8 —	403	88,7	1460	—	Ziegelputzbau mit Ziegelkronendach
90	Kath. Schule in **Ellguth-Tworkau**	Oppeln	95	96	Volkmann (*Ratibor*)	..	182,1	1052,9	80	**14200**	**13178**	9735 1681 (Stallgebäude) 521 (Abtritt)	53,6 40,8 68,9	9,2 10,3 14,4	121,7 — 130,3 *f. 1 Sitz*	205	66,9	1541	—	Ziegelrohbau mit Falzziegeldach.

*) Die Heizung erfolgt überall, wenn nichts anderes bemerkt ist, durch Kachelöfen.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10		11				12		13	14	15
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungs-Bezirk	Zeit der Ausführung von	bis	Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche qm	Rauminhalt cbm	Anzahl der Kinder	Gesammtkosten der Bauanlage nach dem Anschlage ℳ	Gesammtkosten der Bauanlage nach der Ausführung (Spalte 11 u. 13) ℳ	Kosten d. Haupt- u. Nebengebäude (einschl. der in Spalte 12 aufgeführten Kosten) im ganzen ℳ	für 1 qm ℳ	für 1 cbm ℳ	für 1 Kind ℳ	Kosten der Heizungsanlage im ganzen ℳ	für 100 cbm ℳ	Kosten der Nebenanlagen ℳ	Werth der Hand- u. Spanndienste (in den in Sp. 10 bis 13 angegebenen Summen enthalten) ℳ	Bemerkungen
91	Ev. Schule in **Marienfeld**	Oppeln	95	96	Hiller *(Kreuzburg)*	wie Nr. 53.	153,0	1075,1	82	18200	15830	10782 2666 *(Wirthschaftsgeb.)* 550 *(Abtritt)* 504 *(Erdkeller)*	58,2 33,5 70,5 21,1	10,0 8,0 17,5 7,8	131,5 — 137,5 *(f. 1 Sitz)* —	280 *(Schulzimmer eiserner Ofen, sonst Kachelöfen)*	66,6	1328	—	Ziegelrohbau mit Ziegelkronendach.
92	Schule in **Dombrowka**	"	95	96	Gädcke u. Schmidt *(Gleiwitz)*	"	183,3	1086,6	81	14675	14661	11368 2294 *(Stallgebäude)* 585 *(Abtritt)*	62,0 41,8 118,5	10,5 10,2 25,0	135,3 — 140,3 *(f. 1 Sitz)*	216 *)	56,2	414	—	Wie vor.
93	Kath. Schule in **Podstawie-Dupine**	"	95	96	"	"	156,1	1066,3	95	14885	14733	10202 1606 *(Stallgebäude)* 463 *(Abtritt)*	54,8 43,8 110,0	9,6 7,0 14,7	107,4 — 115,9 *(f. 1 Sitz)*	408 *(Schulzimmer eiserner Ofen, sonst Kachelöfen)*	97,6	2402	—	"
94	desgl. in **Dyloken**	"	95	96	Gruhl *(Oppeln)*	"	188,0	979,6	80	14568	13702	9505 2581 *(Wirthschaftsgeb.)* 510 *(Abtritt)*	50,6 33,9 66,2	9,7 8,1 16,0	118,8 — 127,5 *(f. 1 Sitz)*	311	85,9	1106	—	"
95	Schule in **Holtendorf**	Magdeburg	95	96	Meifsner u. Bongard *(Salzwedel)*	"	160,4	908,4	65	11090	9725	9461 224 *(Abtritt)*	59,0 40,7	10,4 11,4	145,6 56,0 *(f. 1 Sitz)*	275	92,1	40	—	"
96	desgl. in **Silberborn**	Hildesheim	95	96	Kleinert *(Northeim)*	"	190,1	1206,1	92	18561	15630	13640 1231 *(Nebengebäude)*	71,8 61,2	11,3 15,3	148,3 —	400 *(Kachel- u. eiserne Oefen)*	83,0	759	3000 *(19,2%)*	Ziegelrohbau mit Pfannendach.
97	Kath. Schule in **Homer**	Münster	95	96	Ad. Schultz *(Recklinghausen)*	"	188,7	1041,9	75	12500	11761	10201 1322 *(Stallgeb. u. Abtritt; Umbau)*	54,1 —	9,8 —	136,0 —	314 *(eiserne Oefen)*	82,2	238	—	Wie vor mit Falzziegeldach.
98	desgl. in **Vardingholt**	"	94	96	"	"	195,3	1175,7	75	13450	12548	10378 1517 *(Nebengebäude)*	53,0 37,5	8,6 11,2	138,1 —	370 *(wie vor)*	57,4	673	—	Wie vor.
99	desgl. in **Heggen**	Arnsberg	95	96	Kruse *(Siegen)*	"	185,6	1275,0	80	16400	17382	14657 1038 *(Abtritt)*	79,0 91,7	11,5 20,1	183,2 259,5 *(f. 1 Sitz)*	276 *(wie vor)*	81,2	1687	—	Ziegelrohbau mit glasirt. Pfannendach
100	Schule in **Ellscheid**	Trier	95	96	Krabe u. Krebs *(Trier)*	"	185,7	1094,6	70	14450	13971	11950 1929 *(Stallgebäude u. Abtritt)*	64,4 63,7	10,[illegible] 15,4	170,8	225 *(wie vor)*	60,0	83		Bruchsteinputzbau, Thür- u. Fenstergewände Haustein; Schieferdach.
101	desgl. in **Zerrehne**	Köslin	96	96	Ochs u. Deumling *(Köslin)*	hinter dem Schulz. liegt noch 1 Kammer, sonst wie Nr. 53.	183,2	1092,8	60	16185	12378	11825 553 *(Abtritt)*	64,6 —	10,8 —	197,1 138,3 *(f. 1 Sitz)*	300	103,5	—	—	Ziegelrohbau mit Ziegelkronendach.
102	desgl. in **Neuwartensleben**	Magdeburg	96	96	Kluge u. Zorn *(Genthin)*	wie vor.	192,9	1137,6	60	15167	14332	11982 2350 *(Stallgebäude)*	62,1 37,3	10,5 7,9	199,7 —	343	96,0	—	2217 *(15,5%)*	Wie vor.
103	desgl. in **Witkowen**	Gumbinnen	96	96	Elksch *(Angerburg)*	im wesentlichen wie vor.	186,2	1004,8	60	17950	14985	10759 3289 *(Wirthschaftsgeb.)* 320 *(Abtritt)* 391 *(Erdkeller)*	57,8 22,9 44,4 12,5	10,7 5,4 17,8 4,6	179,3 — 160,7 *(f. 1 Sitz)* —	405	98,2	226	1561 *(10,6%)* *(nur Anfuhr)*	Ziegelrohbau mit verschalt. Pfannendach.
104	desgl. in **Strutzfon**	Marienwerder	95	96	Rambeau *(Culm)*	E im wesentlichen wie Nr. 107.	191,0	1050,2	80	17020	15677	12138 2187 *(Wirthschaftsgeb. u. Abtritt)*	63,6 45,1	11,8 8,4	151,7 —	264	80,0	552	1692 *(10,8%)* *(wie vor)*	Wie vor mit Ziegelkronendach.
105	desgl. in **Massow**	Oppeln	95	96	Roseck *(Karlsruhe O. S.)*	im wesentlichen wie Nr. 107.	185,3	1047,3	76	18656	14722	11442 2315 *(Wirthschaftsgeb.)* 510 *(Abtritt)*	61,7 31,7 45,6	10,9 8,8 15,2	150,6 — 127,5 *(f. 1 Sitz)*	356	93,7	455	—	Wie vor.
106	desgl. in **Neuhöhe**	Coblenz	95	96	Scheepers *(Wetzlar)*	wie Nr. 107.	186,2	1005,8	70	23150	22080	rund 15400 3350 *(Wirthschaftsgeb.)* 1330 *(Abtritt)*	82,7 48,6 105,0	15,3 8,9 21,2	220,0 — —	225 *(eiserne Regulier-Füllöfen)*	55,1	rund 2000	—	Ziegelrohbau mit deutsch. Schieferdach.
107	desgl. in **Witthecke**	"	95	96	"	im D: 2 ka.	196,5	1300,7	80	18970	21440	rund 11461 3454 *(Wirthschaftsgeb.)* 525 *(Abtritt)*	73,5 50,1 100,0	11,1 9,1 21,0	180,9 — 131,3 *(f. 1 Sitz)*	360 *(wie vor)*	81,5	rund 3000	—	Bruchsteinrohbau mit deutschem Schieferdach.
108	desgl. in **Bölkum**	Köln	95	96	Lauth und Kosbab *(Siegburg)*	im D. st, sonst wie vor.	173,1	1109,0	70	17100	18050	13188 2189 *(Nebengebäude)*	76,2 70,2	11,[illegible] 15,5	188,1 —	260 *(wie vor)*	75,2	2673	—	Wie vor mit Falzziegeldach.

*) Die Heizung erfolgt überall, wenn nichts anderes bemerkt ist, durch Kachelöfen.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10		11				12		13	14	15
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungs-Bezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriss nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche	Rauminhalt	Anzahl der Kinder	Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten d. Haupt- u. Nebengebäude (einschl. der in Spalte 12 aufgeführten Kosten)				Kosten der Heizungsanlage		Kosten der Nebenanlagen	Werth der Hand- u. Spanndienste (in den in Sp. 10 bis 13 angegebenen Summen enthalten)	Bemerkungen
			von	bis						dem Anschlage	der Ausführung (Spalte 11 u. 13)	im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Kind	im ganzen	für 100 cbm			
							qm	cbm		ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	
109	Ev. Schule in **Dombrowka-Konarzewo**	Posen	95	96	Engelhart (*Rawitsch*)	im D: st, ka, ra.	194,9	1130,2	80	**13900**	**10676**	10676	54,8	9,4	133,5	385 *)	96,3	—	2150 (*20,1 %*)	Ziegelrohbau mit Ziegelkronendach.
110	Kath. Schule in **Ostrowo geistlich**	„	96	96	Freude (*Wreschen*)	wie vor.	194,9	1130,2	80	**11785**	**13308**	11072 937 (*Erdkeller*) 336 (*Abtritt*)	56,8 — —	9,8 —	138,4 — —	208	118,?	963	2044 (*15,4 %*)	Wie vor.
111	desgl. in **Sokolnik**	„	95	96	„	„	194,9	1130,2	80	**18082**	**16907**	11185 1987 (*Stallgebäude*) 1200 (*Scheune*) 330 (*Erdkeller*) 755 (*Abtritt*)	57,4 — — — —	9,9 — —	139,8 — — — —	83 (*eiserne Oefen*) 203 (*Kachelöfen*)	45,9 119,7	1420	1995 (*11,8 %*)	„
112	desgl. in **Suderwick**	Münster	94	96	Ad. Schultz (*Recklinghausen*)	im wesentlichen wie vor.	168,1	1013,0	75	**12000**	**11965**	10096 1320 (*Stall- u. Abtrittsgebäude*)	60,8 44,0	10,0 15,6	134,6 —	305 (*eiserne Oefen*)	30,1	549	—	Ziegelrohbau mit Falzziegeldach
113	Ev. Schule in **Poln. Hammer**	Breslau	96	96	Bermit (*Trebnitz*)	E im wesentlichen wie Nr. 148; im D: st, ka, rk.	203,0	1230,1	70	**17159**	**15397**	11770 3152 (*Wirthschaftsgeb.*) 469 (*Abtritt*)	58,0 45,1 24,?	9,6 7,3 13,1	168,2 — 117,3 (*f. 4 Sitze*)	282	74,8	—	2849 (*18,5 %*)	Wie vor.
114	Schule in **Westersode**	Stade	95	96	König (*Stade*)	im D: st, ks, sonst wie vor.	205,9	1242,7	82	**13400**	**13400**	13400	65,1	10,8	163,4	380 (*Kachel- u. eiserne Oefen*)	93,4	—	1900 (*14,2 %*)	Ziegelrohbau mit Pfannendach.
115	Kath. Schule in **Lübbecke**	Minden	96	96	Harhausen u. Engelmeier (*Minden*)	E ähnlich wie Nr. 148; im D: st, ka.	223,5	1319,0	80	**14940**	**14308**	12460 1548 (*Stallgeb. u. Abtritt*)	55,7 49,1	9,4 11,9	155,8 —	200 (*eiserne Oefen*)	51,8	300	2800 (*19,6 %*)	Wie vor mit Falzziegeldach
116	Schule mit Stall in **Fahrendahl**	Stade	96	96	Cammerow (*Buxtehude*)	im wesentlichen wie Nr. 117.	162,1	894,0	42	**13690**	**13690**	11653 1687 (*Pfahlrost*) [illegible] (*Abtritt*)	71,8 10,4 —	13,0 —	277,5 — 63,3 (*2 Sitz*)	285 (*Schulzimmer eiserner Ofen, sonst Kachelöfen*)	125,0	160	—	Ziegelfachwerk mit Pfannendach.
117	Kath. Schule desgl. in **Flachsmeer**	Aurich	95	96	Bohnen u. Otto (*Leer*)	1 — sn, 2 — sfs, 3 — ks	234,2	1232,0	80	**12518**	**12497**	12207	52,0	9,9	152,6	200 (*eis. Regulir-Füllöfen*)	53,0	290	1904 (*15,2 %*)	Ziegelrohbau mit Pfannendach.
118	Schule in **Ost-Victorbur**	„	95	96	Bohnen u. Breiderhoff (*Norden*)	wie vor.	236,8	1261,7	84	**12800**	**12610**	12610	53,?	10,0	150,1	188 (*wie vor*)	55,5	—	—	Wie vor.
119	Ev. Schule mit Stall in **Espelkamp**	Minden	95	96	Harhausen u. Engelmeier (*Minden*)	im D: st, sonst im wesentl. wie vor.	250,0	1462,6	80	**13700**	**13269**	12595 674 (*Abtritt*)	50,4 64,2	8,6 15,3	157,4 224,? (*f. 3 Sitze*)	216 (*eiserne Oefen*)	56,1	—	1062 (*8,0 %*)	Ziegelrohbau mit Falzziegeldach
120	Schule in **Palthorst**	„	95	96	Cramer u. Lütcke (*Bielefeld*)	im D: st. 1 — br. 2 — ks, 3 — sfs.	277,4	1400,0	80	**13000**	**12720**	12720	45,?	9,1	159,0	178 (*wie vor*)	54,9	—	—	Wie vor.
121	Ev. Schule mit Stall in **Sildfelde**	„	95	96	Harhausen u. Engelmeier (*Minden*)	E ähnlich wie Nr. 117, das Schulzimmer hat einen besonderen, hint. dies. geleg. Flur; im D: st.	257,2	1644,5	80	**16300**	**16086**	15320 766 (*Abtritt*)	53,? 73,?	9,? 18,2	191,5 255,3 (*f. 3 Sitze*)	154 (*wie vor*)	50,?	—	1293 (*8,0 %*)	„

2) Mit 2 Schulzimmern.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10		11				12		13	14	15
122	Schule in **Tafelbude**	Königsberg	95	96	Stover u. v. Mankowsky (*Osterode*)	Grundriß f. Nr. 122 bis 128. im D: hlw, ka, rk.	229,0	1250,0	135	**21300**	**19977**	15384 3700 (*Wirthschaftsgeb.*) 893 (*Abtritt*)	67,2 39,8 68,2	12,3 9,6 —	111,4 — 148,8 (*f. 6 Sitze*)	415	81,5	—	1208 (*8,4 %*) nur Anf. f. d. Hauptgeb.	Normalentwurf Blatt ... Wohnungen f. 1 verheir. u. 1 unverheir. Lehrer. Ziegelrohbau m. verschal. Pfannend.
123	desgl. in **Krokau**	„	95	96	Zorn u. Scheurmann (*Neidenburg*)	wie vor.	238,8	1430,7	150	**17500**	**16993**	16993	71,?	11,?	113,3	510	84,5	—	2496 (*14,7 %*) (wie vor)	Wie vor.
124	desgl. in **Alt-Löwenthal**	„	95	95	Nolte (*Labiau*)	„	240,0	1458,?	155	**21620**	**20069**	14352 3926 (*Wirthschaftsgeb.*) 660 (*Abtritt*)	59,8 39,1 52,4	9,8 7,7 —	92,6 110,0 (*f. 6 Sitze*)	440	76,0	1131	2275 (*11,3 %*) nur Anfuhr	„

*) Die Heizung erfolgt überall, wenn nichts anderes bemerkt ist, durch Kachelöfen.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10		11				12		13	14	15
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungs-Bezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriſs nebst Beschrift	Bebaute Grundfläche	Rauminhalt	Anzahl der Kinder	Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten d. Haupt- u. Nebengebäude (einschl. der in Spalte 12 aufgeführten Kosten)				Kosten der Heizungsanlage		Kosten der Nebenanlagen	Werth der Hand- u. Spanndienste (in den in Sp. 10 bis 13 angegebenen Summen enthalten)	Bemerkungen
			von	bis						dem Anschlage	der Ausführung (Spalte 11 u. 13)	im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Kind	im ganzen	für 100 cbm			
							qm	cbm		ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	
125	Schule in **Lehlesken**	Königsberg	95	96	Tieffenbach u. Kerstein (*Ortelsburg*)	Wie Nr. 122.	240,1	1160,7	155	**16378**	**11881**	14881	62,0	10,2	96,0	355 *)	53,8	—	2231 (*15,0 %*) (*nur Anfuhr*)	Wie Nr. 122.
126	desgl. in **Röschken**	〃	95	96	Stever u. v. Munikowsky (*Osterode*)	〃	245,5	1492,0	153	**20300**	**18810**	17803 1007	72,5 68,9 (Abtritt)	11,9 —	116,4 143,9 (f. 1 Sitz)	415	75,6	—	2730 (*15,3 %*) (*nur Anf. f. d. Hauptgeb.*)	〃
127	desgl. in **Rautenberg**	Gumbinnen	95	96	Taute (*Ragnit*)	〃	238,4	1358,-	130	**25080**	**24020**	15600 4500 (Wirthschaftsgeb.) 900 (Abtritt) 1700 (Erdkeller)	65,4 33,4 62,1 46,7	11,5 8,0 15,2 20,3	120,0 — 128,6 (f. 1 Sitz) —	722	119,7	1320	—	〃
128	desgl. in **Birkenfelde**	〃	96	96	Schneider (*Pillkallen*)	〃	244,5	1355,1	134	**16700**	**16500**	16325	66,8	12,0	121,8	425	80,0	175	—	〃
129	desgl. in **Nieden**	〃	95	96	Reinboth (*Johannisbg.*)	〃	260,7	1607,8	160	**17400**	**16895**	16734	64,2	10,4	104,6	538	78,7	161	3998 (*23,7 %*)	〃
130	desgl. in **Klukowahutta**	Danzig	95	96	Schultefs (*Karthaus*)	〃	241,2	1436,7	130	**18100**	**16697**	14005 2579 (Wirthschaftsgeb.)	58,1 38,3	9,8 8,0	107,7 —	444	81,4	113	3329 (*19,9 %*) (*nur Anfuhr*)	〃
131	desgl. in **Michlau**	Marienwerder	96	96	Bucher (*Strasburg*)	〃	236,4	1156,9	120	**21380**	**16555**	12719 2347 (Wirthschaftsgeb.) 708 (Abtritt)	53,8 31,6 71,4	8,7 7,0 17,3	106,0 — 118,0 (f. 1 Sitz)	375	73,5	781	1306 (*10,3 %*) (*nur Anf. f. d. Hauptgeb.*)	Wohn. wie bei Nr. 122. Ziegelrohbau mit Ziegelkronendach
132	desgl. in **Terreschewo**	〃	95	96	Schiele (*Neumark*)	〃	239,0	1478,2	120	**19115**	**17666**	15142 2251 (Wirthschaftsgeb. u. Abtritt)	63,4 45,6	10,2 10,5	126,2 —	450	88,5	273	1342 (*8,9 %*) (*wie vor*)	Wie vor.
133	desgl. in **Slupp**	〃	95	96	Bucher (*Strasburg*)	〃	242,5	1419,6	130	**20600**	**17753**	14780 2973 (wie vor)	61,0 31,7	10,4 8,3	113,7 —	453	87,6	—	1917 (*13,0 %*) (*wie vor*)	-
134	desgl. in **Bildschön**	〃	96	96	Morin (*Thorn*)	〃	246,7	1454,3	146	**16843**	**16757**	13223 2649 (wie vor)	53,6 42,5	9,1 11,2	90,6 —	325	56,9	885	1276 (*7,6 %*) (*nur Anfuhr*)	-
135	desgl. in **Nieder-Ullersdorf**	Frankfurt a. O.	95	96	Baumgarth (*Soran*)	〃	262,4	1701,4	166	**20300**	**17932**	14752 2104 (wie vor)	56,2 31,5	8,7 7,-	88,9 —	438	70,7	1076	860 (*4,8 %*) (*wie vor*)	〃
136	desgl. in **Költschen**	〃	95	96	Mehns (*Drossen*)	〃	265,1	1617,3	160	**18800**	**16554**	14110 1475 (Nebengebäude) 885 (Abtritt)	53,2 29,4 63,2	8,7 8,3 16,4	88,2 — 98,3 (f. 1 Sitz)	393	63,3	81	1335 (*9,5 %*) (*nur Anf. f. d. Hauptgeb.*)	Wohn. wie bei Nr. 122. Ziegelrohbau mit Ziegelspließdach.
137	desgl. in **Nesslu**	Köslin	96	96	Harms (*Kolberg*)	〃	235,4	1567,6	120	**15920**	**13676**	13676	58,1	8,7	114,0	360	68,8	—	2483 (*18,3 %*)	Whn. wie vor. Ziegelrohbau mit Cementplattendach.
138	Kath. Schule in **Schönjohnsdorf**	Breslau	96	96	Reuter (*Strehlen*)	〃	239,0	1531,3	126	**14750**	**13298**	13268	55,6	8,7	105,5	321	58,0	—	2940 (*22,1 %*)	Wie vor mit Ziegelkronendach.
139	Schule in **Alt-Weynothen 1**	Gumbinnen	96	96	Heise (*Tilsit*)	kein durchgehender Flur, sonst im wesentlichen wie Nr. 122.	256,2	1412,4	139	**17600**	**16031**	15955	62,3	11,3	114,9	590	92,2	76	2994 (*18,7 %*)	Wie vor mit verschaltem Pfannendach.
140	Kath. Schule in **Dobieszewo**	Bromberg	96	96	Wagenschein (*Schubin*)	wie vor.	227,8	1466,6	121	**18930**	**16001**	13808 1613 (Stallgeb. u. Abtritt)	60,6 30,0	9,4 7,9	114,1 —	—	—	580	—	Wie vor mit Ziegelkronendach.
141	Schule in **Alt-Wohlau**	Breslau	95	96	Baumgart (*Wohlau*)	im wesentlichen wie Nr. 122.	266,8	1817,1	151	**16950**	**16929**	13974 2075 (wie vor)	52,4 41,3	7,7 8,4	90,7 —	590 (Pfälzer Öfen in den Schulz., sonst Kachelöfen)	83,3	580	1862 (*11,0 %*)	Wie vor.
142	desgl. in **Heidemühlen**	Schleswig	95	96	Natorp u. Woifs (*Oldesloe*)	wie vor.	289,1	1828,5	140	**20800**	**20076**	20076	69,4	11,0	143,4	743 (Kachel- u. eiserne Öfen)	115,9	—	—	Whn. wie vor. Ziegelrohbau mit engl. Schieferdach.
143	desgl. in **Zgnilloblott**	Marienwerder	95	96	Bucher (*Strasburg*)	Schulz. zu beiden Seiten des nicht durchg. Flures, nach hinten Wohn. mit Nebenflur; im D: hlw. ka. rk.	260,6	1554,6	160	**17400**	**15800**	15800	60,6	10,2	98,8	403	86,0	—	1667 (*10,6 %*) (*nur Anfuhr*)	Wie vor mit verschaltem Pfannendach.
144	Schule mit Stall in **Senne 1**	Minden	95	96	Cramer u. Luthcke (*Bielefeld*)	im D: hlw, 3ka.	337,7	rund 1880,0	160	**17000**	**16933**	15665 1268 (Abtritt)	46,4 48,7	8,3 —	97,9 158,5 (f. 1 Sitz)	415 (eiserne Öfen)	70,0	—	—	Wie vor mit Falzziegeldach.
145	Ev. Schule mit Stall in **Destel**	〃	95	96	Harhausen u. Engelmeier (*Minden*)	E ähnl. wie Nr. 122. Zwischen Schulz. u. Wohnr. durchgeh. Längs- u. besond. Vorderflur f. letztere, nach hinten noch 1 Kammer; im D: hlw. ka. — Stallanbau ähnl. wie vor.	354,0	2062,2	160	**22065**	**20302**	18350 1033 (wie vor)	51,8 70,7	8,9 15,7	114,7 172,2 (wie vor)	420 (wie vor)	71,8	919	2326 (*11,5 %*)	Wie vor

*) Die Heizung erfolgt überall, wenn nichts anderes bemerkt ist, durch Kachelöfen.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10		11				12		13	14	15
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungs-Bezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche	Rauminhalt	Anzahl der Kinder	Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten d. Haupt- u. Nebengebäude (einschl. der in Spalte 12 aufgeführten Kosten)				Kosten der Heizungsanlage		Kosten der Nebenanlagen	Werth der Hand- u. Spanndienste (in den in Sp. 10 bis 13 angegebenen Summen enthalten)	Bemerkungen
			von	bis						dem Anschlage	der Ausführung (Spalte 11 u. 13)	im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Kind	im ganzen	für 100 cbm			
							qm	cbm		ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	
	b) Theilweise zweigeschossige Bauten.																			
	1) Mit 2 Schulzimmern.																			
146	Kath. Schul- u. Küsterhaus in **Kapsdorf**	Breslau	95	96	Berndt *(Trebnitz)*	E wie Nr. 53; I = kl; im D: f, hlw, ka.	183,1	1336,8	140	**16466**	**12675**	12045 630	65,8 31,4 (Abtritt)	9,0 14,5	86,0 157,5 (f. 1 Sitz)	385 *)	71,2	—	1600 *(12,6 %)*	Wohnungs wie b. Nr. 122 Ziegelrohbau mit Ziegelkronendach.
147	Schule in **Hörbach**	Wiesbaden	95	96	Dangers *(Dillenburg)*	E im wesentl. wie Nr. 53; I = f, kl; im D: hlw.	193,4	1545,2	160	**22500**	**22043**	15575 3103	80,5 40,0 (Wirthschaftsgeb. u. Abtritt)	10,1 10,5	97,3 —	183 (eiserne Reg.-Füllöfen)	37,4	3365	—	Wie vor mit Falzziegeldach.
148	Ev. Schule in **Neubrück**	Potsdam	95	96	Häuser *(Beeskow)*	I = kl; im D: hlw, rk.	200,2	1490,5	152	**22269**	**21232**	16707 3433 1092	83,5 43,3 (Wirthschaftsgeb.) 66,2 (Abtritt)	11,2 9,2 16,4	109,9 — 136,5 (f. 1 Sitz)	385	66,0	—	3300 *(15,5 %)*	Wie vor.
149	Kath. Schule in **Pluder**	Oppeln	96	96	Eichelberg *(Tarnowitz)*	im wesentlichen wie vor.	197,5	1365,5	140	**17568**	**17027**	13702 840 821	69,4 26,7 (Erdkeller- u. Backhaus-Anbau) 62,3 (Abtritt)	10,0 10,3 —	97,9 — 117,2 (f. 1 Sitz)	397 (eiserne Reg.-Füllöfen) 75 (Kachelöfen)	75,2 119,1	1664	—	"
150	Schule in **Wiensen**	Hildesheim	95	96	Kleinert *(Northeim)*	E im wesentl. wie Nr. 1; I = kl, st; im D: f, hlw, rk.	189,8	1554,5	140	**18700**	**18931**	14940 2238	78,7 57,9 (Nebengebäude)	9,6 12,3	106,7 —	700 (Kachel- u. eiserne Öfen)	109,6	1753	—	Wie vor mit Pfannendach.
151	Kath. Schule in **Herbede**	Arnsberg	95	96	Hausmann *(Bochum)*	I = f, kl; im D: hlw.	202,0	1747,2	160	**18000**	**19374**	17613 1383	87,2 61,7 (Stallgebäude u. Abtritt)	10,1 15,9	110,1 —	260 (2 Heiz- u. Ventilationsöfen f. die Schulzimmer)	69,2	378	1937 *(10,0 %)*	Wie vor mit Falzziegeldach.
	2) Mit 3 Schulzimmern.																			
152	Schule in **Kronfelde**	Marienwerder	95	96	Koppen u. Schramke *(Schwetz)*	I = f, kl, hlw, 2ka; im D: 2rk.	332,2	2246,4	226	**33943**	**30270**	21290 4488 563	73,2 38,8 (2 Wirthschaftsgeb. zusammen) 51,2 (Abtritt)	10,8 9,3 —	107,5 — 56,3 (f. 1 Sitz)	645	80,1	929	—	Whn. f. 2 verheir. u. 1 unverh. Lehrer. Ziegelrohbau mit Ziegelkronendach.
	3) Mit 4 Schulzimmern.																			
153	Küster- und Schulhaus in **Nowawes**	Potsdam	95	96	Saal u. Oehmke *(Potsdam)*	I = fl, 2kl, bz.	303,0	2520,1	250	**32574**	**29479**	27701 1011	91,4 — (Erweiterung des Abtritts)	11,0 —	110,8 —	733 (Dermache Öfen) 478 (Kachelöfen)	110,0 200,0	767	—	Wohnung für 1 verheirath. Lehrer. Ziegelrohbau mit deutsch. Schieferdach.
154	Schule in **Meiersberg**	Stettin	96	96	Krone *(Anklam)*	E d. Klassenth.: f, 2kl; E d. Wohn. ähnlich wie Nr. 53; I = f, 2kl; im D: hlw, rk.	251,4	1870,0	257	**19900**	**17200**	15100 740 640	60,1 29,2 (Stall) 44,1 (Abtritt)	8,1 8,2 —	58,8 — 64,0 (f. 1 Sitz)	600	70,0	720	1530 *(10,1 %)* *(nur Anf. f. d. Hauptgeb.)*	Wohn. f. 1 verheir. u. 1 unverh. Lehrer. Ziegelrohbau mit Falzziegeldach.
	c) Zweigeschossige Bauten.																			
	1) Mit 1 Schulzimmer.																			
155	Schule in **Erwitzen**	Minden	96	96	Holtgreve *(Höxter)*	I = lw; im D: ka.	104,4	981,4	64	**12600**	**12189**	10107 923 1159	96,8 — (Umbau d. Wirthschaftsgeb.) 101,1 (Abtritt)	10,3 — —	157,9 — 231,8 (f. 1 Sitz)	268 (eiserne Öfen)	82,7	—	—	Wohnung für 1 verheir. Lehrer. — Bauart wie vor.
156	desgl. in **Sterkelshausen**	Cassel	95	96	Momm *(Hersfeld)*	im E. fehlt d. Kammer; sonst i. wesentl. wie vor.	91,2	876,4	80	**14450**	**13965**	10341 2700 428 499	113,4 49,2 (Wirthschaftsgeb.) 18,7 (Holzstall) 67,5 (Abtritt)	11,8 9,0 5,8 19,0	129,3 — — 124,7 (f. 1 Sitz)	—	—	—	—	I Ziegelfachwerk, sonst Bemerkung wie vor.
157	desgl. in **Hopfelde**	"	95	96	Schuchard *(Cassel)*	im E. liegt statt d. Kammer hinter dem Schulz. 1 Stube neben letzterem; I = lw; — im D: st.	92,4	960,3	60	**14400**	**13927**	11278 225 1014	122,1 — (Wiederherstellung d. Stallgeb.) 83,9 (Abtritt)	11,7 — —	188,0 — 253,5 (f. 1 Sitz)	232 (eiserne Öfen)	58,0	1410	—	Wie vor.
158	desgl. in **Altenhain**	Wiesbaden	95	96	Bleich *(Homburg)*	im E. u. D. fehlen die Kammern, sonst wie Nr. 155.	110,6	1083,5	84	**22780**	**18855**	12980 2760	117,4 90,5 (Stallgeb. u. Abtritt)	12,0 18,2	154,5 —	246 (wie vor)	91,1	3115	—	Whn. wie vor. Ziegelrohbau mit deutsch. Schieferdach.

*) Die Heizung erfolgt überall, wenn nichts anderes bemerkt ist, durch Kachelöfen.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10		11				12		13	14	15
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungs-Bezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche	Rauminhalt	Anzahl der Kinder	Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten d. Haupt- u. Nebengebäude (einschl. der in Spalte 12 aufgeführten Kosten)				Kosten der Heizungsanlage		Kosten der Nebenanlagen	Werth der Hand- u. Spanndienste (in den in Sp. 10 bis 13 angegebenen Summen enthalten)	Bemerkungen
			von	bis						dem Anschlage	der Ausführung (Spalte 11 u. 13)	im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Kind	im ganzen	für 100 cbm			
							qm	cbm		ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	
						2) Mit 2 Schulzimmern.														
159	Ev. Schule in **Schobergrund**	Breslau	95	96	Stephany (*Reichenbach*)	E wie Nr. 53; I — E.	188,6	1753,7	154	**20500**	**20500**	17050 2770 (*Nebengebäude*)	90,3 38,3	9,7 10,9	110,7 —	460 *)	74,7	680	3060 (*11,9 %*)	Wohnungen für 2 verheir. Lehrer. Ziegelrohbau mit Ziegelkronendach.
160	Kath. Schule in **Heinersdorf**	Oppeln	96	96	Uler u. Rehorst (*Neifse*)	wie vor.	192,3	1711,1	153	**16300**	**15360**	15360	79,9	9,0	100,4	819	111,5	—	2358 (*15,4 %*) (*mit Anfuhr*)	Wie vor.
161	desgl. in **Bolatitz**	„	95	96	Volkmann (*Ratibor*)	im D. rk, sonst wie Nr. 159.	202,6	1784,8	160	**16400**	**15509**	15509	76,6	8,7	96,9	410	50,8	—	—	Whn. wie vor. Ziegelputzbau mit Falzziegeld.
162	Schule in **Rehungen**	Erfurt	95	96	Unger (*Nordhausen*)	im D. 2ka, sonst wie Nr. 159.	180,4	1920,6	150	**20750**	**18613**	16342 1087 (*Abtritt*)	90,6 53,1	8,5 —	106,9 155,3 (*f. 7 Sitz*)	— (*eiserne Oefen*)	—	1184	2166 (*13,2 %*)	Whn. wie vor. Ziegelrohbau m. Pfannend.
163	desgl. in **Curow**	Köslin	96	96	Oehs u. Demmling (*Köslin*)	im E liegt am Ende des nicht durchgehend. Flures in dessen ganzer Breite die Speisek., im D. rk, sonst wie Nr. 159.	195,1	1823,1	140	**22760**	**20864**	19469 1405 (*Wirthschaftsgeb.*)	99,8 16,9	10,7 —	139,1 —	655	92,8	90	—	Wie vor mit Ziegelkronendach.
164	Kath. Schule in **Wloscie-Jewki**	Posen	95	96	Hauptner u. Marcuse (*Schrimm*)	im wesentlichen wie Nr. 173.	168,6	1452,3	160	**23900**	**21810**	15695 3241 (*Wirthschaftsgeb.*) 1087 (*Abtritt*)	93,1 36,6 76,5	10,8 9,[illegible] —	98,1 — 135,9 (*f. 8 Sitz*)	680 (*1 eis. Ofen, sonst Kachelöfen*)	107,5	1787	—	Wie vor.
165	desgl. in **Mechnitz**	„	95	96	Dahms (*Ostrowo*)	E: f, kl, 2st, k, s; I — E; im D. 2ka, rk. (Anordnung wie bei Nr. 173.)	182,7	1616,1	150	**24584**	**19779**	14106 2258 (*Wirthschaftsgeb.*) 1079 (*Abtritt*) 1211 (*Erdkeller*)	77,2 31,6 76,0 29,0	8,7 9,3 — 10,7	94,0 — 134,9 (*f. 8 Sitz*) —	433	64,2	1125	—	„
166	desgl. in **Torzyniec**	„	96	96	„	E u. I im wesentlichen wie Nr. 173, im D. nur rk.	189,5	1505,3	160	**23970**	**19540**	14202 2375 (*Wirthschaftsgeb.*) 988 (*Abtritt*) 1135 (*Erdkeller*)	74,9 32,0 69,6 28,1	9,4 7,3 — 10,0	88,5 — 123,5 (*f. 8 Sitz*) —	517	70,6	806	—	„
167	desgl. in **Woynitz**	„	93	94	Wellenhaupt (*Lissa*)	wie vor.	189,5	1616,7	160	**25060**	**23296**	15341 1251 (*Kelleranbau*) 3639 (*Wirthschaftsgeb.*) 1112 (*Abtritt*)	81,0 37,5 28,0 78,4	9,5 14,3 7,9 —	95,9 — — 139,0 (*f. 8 Sitz*)	696 (*Schulzimmer eiserne, sonst Kachel-Oefen*)	96,8	1050	—	„
168	desgl. in **Psary**	„	95	96	Dahms (*Ostrowo*)	„	189,5	1683,3	160	**25024**	**21442**	15161 2391 (*Wirthschaftsgeb.*) 1066 (*Abtritt*) 1275 (*Erdkeller*)	80,0 29,8 75,1 32,4	9,0 6,7 — 12,5	94,8 — 133,3 (*f. 8 Sitz*) —	517	70,2	1549	—	„
169	desgl. in **Kliehow**	„	96	96	Egersdorff (*Krotoschin*)	„	190,5	1605,0	154	**24700**	**22823**	15547 3629 (*Wirthschaftsgeb.*) 1119 (*Abtritt*) 1275 (*Erdkeller*)	81,8 28,0 80,0 28,8	9,7 9,3 — 14,2	101,0 — 139,9 (*f. 8 Sitz*) —	rund 630	88,7	1253	—	„
170	desgl. in **Kaczanowo**	„	95	96	Freude (*Wreschen*)	im D. 2st, rk, sonst im wesentlichen wie Nr. 173.	191,3	1738,9	151	**29270**	**28201**	18900 5512 (*Wirthschaftsgeb.*) 1185 (*Abtritt*) 1216 (*Erdkeller*)	98,9 — — —	10,9 — — —	122,7 — — —	177 (*eiserne Reg.-Füllöfen*) 475 (*Kachelöfen*)	49,1 101,3	1358	2723 (*9,7 %*)	Wohnungen wie bei Nr. 159. Ziegelrohbau mit Falzziegeldach.
171	desgl. in **Weinbusch**	„	96	96	„	im D. 2ka, rk, sonst im wesentlichen wie Nr. 173.	191,1	1747,8	160	**24129**	**24708**	19140 2750 (*Wirthschaftsgeb.*) 1201 (*Abtritt*)	100,0 — —	10,9 — —	119,4 — —	177 ([illegible]) 524 ([illegible])	49,2 121,4	1644	3028 (*12,3 %*)	Wie vor mit Ziegelkronendach.
172	desgl. in **Krethow**	„	94	96	Egersdorff (*Krotoschin*)	im D. nur rk, sonst im wesentlichen wie Nr. 173	202,1	1976,5	194	**29083**	**26044**	19902 4109 (*Wirthschaftsgeb.*) 604 (*Abtritt*)	98,5 33,2 69,0	10,1 7,7 —	102,6 — 75,5 (*f. 8 Sitz*)	rund 700	82,4	1429	—	Wie vor.

*) Die Heizung erfolgt überall, wenn nichts anderes bemerkt ist, durch Kachelöfen.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10		11				12		13	14	15
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungs-Bezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche	Rauminhalt	Anzahl der Kinder	Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten d. Haupt- u. Nebengebäude (einschl. der in Spalte 12 aufgeführten Kosten)				Kosten der Heizungsanlage		Kosten der Nebenanlagen	Werth der Hand- u. Spanndienste (in den in Sp. 10 bis 13 angegebenen Summen enthalten)	Bemerkungen
			von	bis						dem Anschlage	der Ausführung (Spalte 11 u. 13)	im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Kind	im ganzen	für 100 cbm			
							qm	cbm		ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	
173	Ev. Schule in **Arnsdorf**	Liegnitz	95	96	Jungfer (*Hirschberg*)	I — E., nur liegt im vord. Theile d. Flures noch 1 Kammer; im D: st.	200,3	1968,8	160	**27150**	**28173**	23788 2379 (*Nebengebäude*)	118,9 41,7	11,9 10,5	148,7 —	587 *)	85,8	2306	—	Whn. f. 2 verheir. Lehrer Ziegelputzbau m. Ziegelkronendach.
174	desgl. in **Waldau**	"	96	96	Ziolecki (*Bunzlau*)	E wie vor; I — E. im D: blw.	206,1	1996,7	160	**23000**	**24835**	17588 4530 (*Wirthschaftsgeb.*) 727 (*Abtritt*)	85,3 38,3 54,7	8,6 7,7 —	109,9 — 90,9 (*f. 1 Sitz*)	939	109,6	1990	—	Whn. f. 2 verh. u. 1 unverh. Lehrer. Ziegelrohbau mit Ziegelkronendach.
175	Schule in **Liebshausen**	Coblenz	95	96	Möller u. Lucas (*Kreuznach*)	E wie Nr. 173; I — E, im D: 2st, 1ka.	188,0	1890,0	119	**30250**	**25070**	20661 3491 (*Wirthschaftsgeb. u. Abtritt*)	109,9 58,4	10,9 12,1	173,6 —	370 (*eiserne Öfen*)	66,3	918	3086 (*12,3 %*) (*nur Anfuhr*)	Whn. f. 2 verheir. Lehrer Ziegelrohbau mit deutsch. Schieferdach.
176	desgl. in **Fürstenwerder**	Potsdam	95	96	Schultze (*Prenzlau*)	E wie Nr. 148; I — E; im D: rk.	206,6	1820,9	144	**27000**	**24203**	18470 3251 (*wie vor*)	89,4 49,9	10,1 —	128,3 —	517	64,8	2482	...	Wie vor mit Ziegelkronendach.
177	desgl. in **Melsbach**	Coblenz	95	96	Schoepers u. Jaensch (*Wetzlar*)	im D. 2ka, sonst im wesentlichen wie vor.	189,0	1791,1	120	**23400**	**23404**	21860 1544 (*Abtritt*)	115,7 103,6	12,2	182,2 —	— (*eiserne Öfen, meist alt*)	—	—	—	Whn. wie vor Ziegelputzbau, Ecken u. Gewände Ziegelrohbau. deutsches Schieferdach.
178	desgl. in **Kobylepole**	Posen	95	96	Hirt (*Posen*)	hinter dem Schulz. liegt statt d. Speisek. 1 Kammer, sonst E im wesentl. wie Nr. 1; I — E; im D: 2st.	170,4	1744,3	100	**22757**	**20356**	15913 2072 (*Wirthschaftsgeb.*) 1020 (*Abtritt*)	93,4 33,9 71,9	9,1 6,4 —	159,1 — 127,5 (*f. 1 Sitz*)	602	84,7	1351	—	Whn. wie vor Ziegelrohbau mit Ziegelkronendach.
179	Ev. Schule in **Rügenwaldermünde**	Koslin	95	96	Pfeiffer (*Schlawe*)	I — f, lw, blw; im D: st, rk.	168,8	1655,6	129	**19767**	**17327**	15906 1421 (*Stallgebäude u. Abtritt*)	94,2 40,0	9,6 6,3	123,3 —	543	90,0	—	—	Whn. f. 1 verheir. u. 1 unverh. Lehrer Ziegelrohbau. Flächen geputzt; Ziegelkronendach.
180	Küster- und Schulhaus in **Alt-Zerpenschleuse**	Potsdam	96	96	Schönrock u. Jaffé (*Berlin I*)	der Flur zwisch. d. Schulz. sowie d. Gerätheraum im vord. Flur fehlen, sonst E wie vor; I — lw.	155,4	1549,6	140	**21242**	**20345**	17372 1330 (*Wirthschaftsgeb.*) 879 (*Abtritt*) 481 (*Waschküche*)	111,5 18,7 61,0 30,5	11,2 — — —	124,1 — 109,9 (*f. 1 Sitz*) —	660	101,1	283	928 (*4,6 %*) (*nur Anfuhr*)	Whn. f. 1 verheir. Lehrer Ziegelrohbau mit Ziegelkronendach.
181	Ev. Schule in **Neurode**	Breslau	95	96	Kruttge (*Glatz*)	im D. st, sonst im wesentlichen wie vor.	166,0	1639,8	155	**20800**	**21185**	18654 845 (*Abtritt*)	112,4 69,6	11,4 —	120,3 140,8 (*f. 1 Sitz*)	560	78,1	1686	3326 (*15,7 %*)	Wie vor Arch.-Theil Werkstein.
182	Kath. Schule in **Ottenstein**	Münster	95	96	Ad. Schultz (*Recklinghausen*)	im D. blw. sonst im wesentlichen wie Nr. 180.	182,4	1795,0	150	**21429**	**21702**	16619 3230 (*Nebengebäude*)	91,1 37,8	9,3 6,0	110,8 —	497 (*eiserne Öfen*)	83,2	1653	—	Whn. f. 1 verheir. Lehrer u. 1 Lehrerin Ziegelrohbau mit Falzziegeldach.
						3) Mit 3 Schulzimmern.														
183	Ev. Schule in **Steuberwitz**	Oppeln	95	96	Killing (*Leobschütz*)	E wie Nr. 122; I — kl, f, lw, blw; im D: rk.	278,9	2507,8	240	**27900**	**25200**	20100 1739 (*Wirthschaftsgeb.*) 688 (*Abtritt*)	78,8 31,0 —	8,0 7,2 —	85,0 — 68,8 (*f. 1 Sitz*)	710	68,9	2373	—	Whn. f. 2 verheir. u. 1 unverh. Lehrer Ziegelputzbau m. glas. Ziegeldach.
184	Schule in **Albersdorf**	Schleswig	96	96	Treede (*Husum*)	zwisch. d. Schulz. besond. Flur, der d. Wohnungsth. nicht durchgeh., sonst E ähnl. wie Nr. 122; I — E. jedoch statt eines Schulz. Wohnräume; im D: blw.	312,1	2900,0	221	**33200**	**33398**	28120 4168 (*Wirthschaftsgeb.*)	90,1 31,5	9,7 7,5	125,5 —	1214	99,5	1110	—	Whn. f. 2 verheir. u. 1 unverh. Lehrer. Ziegelrohbau mit engl. Schieferdach.
185	Ev. Schule in **Pudewitz**	Posen	95	96	Freude (*Wreschen*)	im K: sdw; E — f, 3kl; I — f, 2lw; im D: blw.	241,5	2900,0	260	**40155**	**37803**	31272 1114 (*Stallgebäude*) 1008 (*Holzstall*) 1680 (*2 Abtritte zus.*)	129,5 — — —	10,9 — — —	120,3 — — —	270 (*eiserne Reg.-Füllöfen*) 640 (*Kachelöfen*)	45,2 70,1	2639		Wohn. f. 2 verh. u. 1 unverheir. Lehrer u. den Schuldiener Ziegelrohbau mit Falzziegeldach.

*) Die Heizung erfolgt überall, wenn nichts anderes bemerkt ist, durch Kachelöfen.

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10		11				12		13	14	15
Nr	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungs-Bezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche	Rauminhalt	Anzahl der Kinder	Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten d. Haupt- u. Nebengebäude (einschl. der in Spalte 12 aufgeführten Kosten)				Kosten der Heizungsanlage		Kosten der Nebenanlagen	Werth der Hand- u. Spanndienste (in den in Sp. 10 bis 13 angegebenen Summen enthalten)	Bemerkungen
			von	bis			qm	cbm		dem Anschlage ℳ	der Ausführung (Spalte 11 u. 13) ℳ	im ganzen ℳ	für 1 qm ℳ	für 1 cbm ℳ	für 1 Kind ℳ	im ganzen ℳ	für 100 cbm ℳ	ℳ	ℳ	
						4) Mit 4 Schulzimmern.														
186	Kath. Schule in **Jakschitz**	Bromberg	95	96	Kuntzel (*Inowrazlaw*)	I — E; im D: hlw, rk	280,4	2731,5	290	**31580**	**22828**	20471 2147 (*Wirthschaftsgeb.*)	73,0 36,0	7,5 —	70,6 —	720 *)	72,6	210	—	Whn. f. 2 verheir. u. 1 unverh. Lehrer. Ziegelrohbau mit Ziegelkronendach.
187	desgl. in **Schönlanke**	„	95	96	Graeve (*Czarnikau*)	E — f, 4kl; I — f, 2lw.	295,4	3111,4	300	**29600**	**28352**	25318 733 (*Abtritt f. Knaben*) 901 (*Abtritt f. Mädchen*)	85,7 34,6 43,6	7,4 11,7 14,4	84,4 — —	— (*Kachelöfen*)	—	1398	—	Whn. f. 2 verheir. Lehrer. Ziegelrohbau mit deutsch. Schieferdach.
						d) Zwei- bis dreigeschossige Bauten. (Mit 9 bis 10 Schulzimmern.)														
188	Schule in **Schwersenz-Dorf**	Posen	95	96	Hirt (*Posen*)	I — f, 4kl, lh, II — l	328,3	4898,7	470	**45200**	**38785**	35922 2863 (*Abtritt*)	109,4 53,6	7,3 —	79,9 119,3 (*f. 1 Sitz*)	1090 (*Mantel- u. Kachelöfen*)	64,1	—	—	Whn. f. 1 verheir. Lehrer u. d. Schuldiener. Ziegelrohbau mit Doppelpappdach.
189	desgl. in **Peiskretscham**	Oppeln	94	96	Gaedeke u. Schmidt (*Gleiwitz*)	I — f, 6kl, II — 2klw, st.	418,9	5078,2	748	**61200**	**56779**	51240 2217 (*Abtritt*) 1494 (*Waschküche*)	114,1 66,8 54,5	10,1 — 13,1	68,5 88,7 (*f. 1 Sitz*) —	1410	62,8	1828	—	3601 ℳ f. die Bauleitung. Wohn. f. 2 unverh. Lehrer u. d. Schuldiener. Ziegelrohbau mit Ziegelkronendach.
						B Schulhäuser ohne Lehrerwohnung in den Hauptgeschossen. **a) Eingeschossige Bauten.** 1) Mit 2 Schulzimmern.														
190	Lutherische Schule in **Westrhauderfehn**	Aurich	96	96	Otto (*Leer*)	E im wesentlichen wie Nr. 179; im D: hlw	172,1	1178,6	160	**11581**	**11581**	10676 820 (*Abtritt*)	62,0 83,7	9,1 21,5	66,7 136,7 (*f. 1 Sitz*)	210 (*eiserne Reg.-Füllöfen*)	44,0	85	—	Im D. Wohn. f. 1 unverh. Lehrer. Ziegelrohbau mit Pfannendach.
						2) Mit 3 Schulzimmern.														
191	Schule in **Neulandermoor**	Stade	95	96	König (*Stade*)	E — f, 3kl u. Nebenflur mit Treppe für die Wohnung, im D: 2hlw.	185,8	1164,2	188	**14480**	**14470**	11970 2500 (*Pfahlrost*)	64,4 13,4	10,3 —	63,7 —	398 (*Kachelöfen mit eis. Reg.-Füllwerk*)	66,2	—	2270 (*15,7 %*)	Im D. Wohn. f. 2 unverh. Lehrer. Ziegelfachwerk mit Pfannendach.
						3) Mit 4 Schulzimmern.														
192	Christliche Volksschule in **Wongrowitz**	Bromberg	95	96	Marggraff (*Wongrowitz*)	E — f, 4kl.	281,0	1338,0	272	**19600**	**16236**	13520 2038 (*Abtritt*)	48,0 60,5	10,1 11,8	49,7 169,8 (*f. 1 Sitz*)	360	76,0	678	—	Ziegelrohbau mit Ziegelkronendach.
						b) Zweigeschossige Bauten. (Mit 4 Schulzimmern.)														
193	Schule in **Parey a. E.** (*Anbau*)	Magdeburg	96	96	Kluge u. Zorn (*Genthin*)	E — f, 2kl; I — f, 2kl, l; im D: 2hlw, slw.	168,6	1943,6	300	**20877**	**19132**	17180 1952 (*Umbau d. alt. Th.*)	101,9 —	8,8 —	57,3 —	567	73,6	—	1677 (*18,8 %*)	Im D. Wohn. f. 2 unverh. Lehrer u. d. Schuldiener. Bauart wie vor.
194	Mädchenschule in **Werne**	Münster	95	96	Quantz (*Münster*)	E — f, 2kl, I — E; im D: f, 2klw.	185,0	2360,3	320	**20100**	**20898**	19298 1600 (*Abortanbau*)	104,3 40,6	8,2 —	60,3 114,3 (*f. 1 Sitz*)	508 (*4 eiserne Schulöfen*)	61,0	—	—	Im D. Wohn. f. 2 Lehrerinnen. Ziegelrohbau mit Pfannendach.
						C. Wohnhäuser für Lehrer und Kirchendiener. **a) Eingeschossige Bauten.**														
195	Cantorwohnhaus in **Grofs-Gottern**	Erfurt	95	96	Röttscher (*Mühlhausen i. Th.*)	im D: f, st, 2ka	121,6	934,7	—	**10500**	**9716**	9746	80,2	10,4	—	217 (*eiserne Reg.-Füllöfen*)	109,0	—	—	1 Wohnung. Ziegelrohbau mit Falzziegeldach.
						b) Zweigeschossige Bauten.														
196	Organisten- u. Kirchendiener-Wohnhaus zu St. Brigitten in **Danzig** (*Anbau*)	Danzig	95	96	Muttray (*Danzig*)	I — f, 2st, ka, k, s, ab; im D: f, 2st, k, s, ab.	108,1	1265,9		**18500**	**18772**	18100	167,4	14,3	—	650	148,2	672		Wohnungen f. d. Küster, Organisten u. Bälgetreter. — Ziegelrohbau mit Schieferdach.

*) Die Heizung erfolgt überall, wenn nichts anderes bemerkt ist, durch Kachelöfen.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungs-Bezirk	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten und des Baukreises	Grundriß nebst Beschrift	Bebaute Grundfläche		Gesamthöhe d. Geb. v. d. O.-K. d. Fundamentes an, einschl. des Höhenzuschl. (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag für d. ausgeb. Dachgeschoß, Mansardendächer, Giebel, Thurmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach	
			von	bis			im Erdgeschoß	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm		ℳ	ℳ
						Zur Bezeichnung der einzelnen Räume in den Grundrissen und Beischriften der Tabelle IV: „Höhere Schulen“, V: „Seminare, Alumnate usw.“ und VI: „Turnhallen“ dienen nachstehende Abkürzungen. Es bedeutet: a = Aula, ab = Abtritt, af = Aufzug, ap = Apparate, ar = Anrichteraum, b = Bibliothek, ba = Badezimmer, bz = Berathungs- (Conferenz-) (Zimmer), ckl = combinierte Klasse, dg = Durchgang, dz = Directorzimmer, dw = Directorwohnung, f = Flur, g = Gesinde- (Mädchen-) Stube, ge = Geräthe (Turngeräthe), gs = Gesangsaal,											
																IV. Höhere	
1	Erweiterung des Kaiser Wilhelms-Gymnasiums in **Trier** (Anbau)	Trier	95	96	Brauweiler (*Trier*)	E: f, 2kl; — I: E.	148,4	—	12,6	—	E — 4,6; I — 4,5	0,6	—	1869,8	160 (Schüler)	16500	16433
2	Um- und Erweiterungsbau d. Gymnasiums in **Marburg**	Cassel	94	96	entw. i. M. d. ö. Arb., ausgef. v. vom Dahl u. Zölffel (R.-B. Neubaus) (*Marburg*)	Im K: wk, ab; E: sieh die Abbild. I u. II = th, f, a.	416,4 (230,7; 54,4; 131,3; [illegible])	416,4 (230,7; 54,4; 131,3; —)	— (17,6; 15,3; 14,1; 3,72)	2,6	E = 4,29; I — 8,0	(0,5)	0,5	7022,0	—	157500	150136
3	Gymnasium in **Mörs**	Düsseldorf	94	96	Radhoff (R.-B. Lubowski) (*Geldern*)	E: sieh die Abbildung; I — th, f, a, zs, 3kl, rkl, ph, pbl, ap, sl.	776,3	776,3	12,8	2,5	E — 4,3; I — 4,5 (5,5)	1,5	—	9936,6	300 (Schüler)	193500	154596
4	desgl. in **Erfurt**	Erfurt	94	96	entw. i. M. d. ö. Arb., ausgef. v. Botel (R.-B. Bueck) (*Erfurt*)	im K: k u. wk d. Schuldien.; E: sieh die Abbildung; I = 2th, f, zs, 6kl, b, a; II — 2th, 2f, a, 4kl, ph, ap, 2b.							—	—	565 (Schüler)	505000	188125
	a) Klassengebäude	—	94	96			951,0 (419,6; 531,4)	951,0 (419,6; 531,4)	— (20,4; 17,6)	2,89	E — 4,38; I — 4,39; II — 4,41 (8,6)	[illegible]	0,2	17912,5	565 (Schüler)	—	—
	b) Directorwohnhaus		95	96	—	im K: wk; E: sieh die Abbild.; II: th, f, 4st, ka, ab; im D: ka.	193,8	193,8	10,77	2,5	E — 3,83; I — 3,84	—	0,3	2087,2	—		
	c) Turnhalle	—	95	96	—		333,4 (286,2; 47,2)	—	7,47 (5,1)	—	5,7 (3,7)	—	0,2	2381,7	80 (Turner)	—	—
	d) Abtrittgebäude	—	94	96			117,4 (76,7; 26,4; 14,3)	—	— (7,4; [illegible]; [illegible])	—	U — 2,15; E — 3,02	—	—	754,0	20 (Sitze), 12 (Pissoirstände)		—
	e) Nebenanlagen	—			—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	Friedrichs-Gymnasium in **Breslau**	Breslau	93	96	entw. i. M. d. ö. Arb., ausgef. v. Brinkmann u. Bresig (R.-B. Buttner) (*Breslau*)		—	—	—	—		—	—	—	770 (Schüler)	533900	440959
	a) Klassengebäude	—				E: sieh d. Abbild., 1 = Klasse f. seminarist. Uebungen; I = th, 2f, dz, wt, zs, md, ph, vz, ap, n, 4kl, ckl; II = f, v, a, gs, 3kl, 3ckl	1213,6 (841,5; 372,1)	1213,6 (841,5; 372,1)	— (17,26; 2,38)	2,77	E — 4,5; I — 4,46; II — 4,50 (8,25)	(0,6)	0,4	22107,7	770 (Schüler)	—	—



JAHRGANG XLVIII. 1898. HEFT I BIS III.

Der Neubau der Reichsbank in Köln a. Rh.

(Mit Abbildungen auf Blatt 1 bis 4 im Atlas.)

Der in den Jahren 1894 bis 1897 zur Ausführung gebrachte Neubau der Reichsbank-Hauptstelle in Köln ist in frühgothischen Formen entworfen worden, und zwar aus naheliegenden Gründen. Köln stand durch seinen Dombau und durch das Wirken von Männern, wie August Reichensperger, die sich für die Gothik begeisterten, in dem Rufe, ein Ort und Hort dieser Bauweise zu sein. Um so gröfser ist die Enttäuschung, wenn man die Strafsen der Stadt durchwandert und weder in der Altstadt noch in der Neustadt gothischen Profan-Bauten in irgend einer nennenswerthen Zahl begegnet. Anscheinend hält man die Gothik dort für unbrauchbar zu den Zwecken der nichtkirchlichen Architektur. Und selbst die Geistlichkeit am Rhein wird für ihre Kirchenbauten heutzutage der Gothik fahnenflüchtig; sie läfst zumeist romanische Bauten errichten, nur um an denen der bisherigen Schule vorbei zu kommen. Dieses völligen Zusammenbruches der Kölner Schule war sich auch Reichensperger durchaus bewufst. Er hat in der letzten Spanne seines Lebens den Unterzeichneten liebenswürdigst zum öfteren aufgesucht, so erfreut war er, an seinem Lebensabende noch ein Gebäude wie die Reichsbank in den Formen der Gothik, der Sehnsucht seines Herzens, errichtet zu sehen. Und mir, dem Zöglinge der Berliner Bau-Akademie, jener Anstalt, von der bekanntlich Reichensperger, obwohl damals schon Karl Schäfer an ihr lehrte, erklärt hatte, es wäre besser, ihre Schlüssel würden in die Spree geworfen, war es darum eine doppelte Genugthuung, in einer der Hauptstrafsen Kölns, „an den Dominicanern“, einen gothischen Profanbau errichten zu dürfen. Es sei verstattet, die Gesichtspunkte zu entwickeln, welche mich bei diesem Werke geleitet haben.

Die Gothik hat nicht blofs eine besondere Formgebung für die nichtkirchlichen Gebäude den kirchlichen gegenüber erfunden, sie hat auch die Profan-Bauten nach zwei grofsen und ganz verschiedenen Gesichtspunkten ausgebildet. Die landhausähnlichen Gebäude hat sie malerisch unregelmäfsig, die Monumentalbauten streng achsenmäfsig gestaltet. Das Vermischen dieser beiden Ausbildungsweisen der profanen Gothik, oder das völlige Absehen bei der letztgenannten Gebäudegattung von der achsenmäfsigen Ausbildung, die man wohl für eine Errungenschaft, wenn nicht gar für eine besonders kennzeichnende Eigenschaft der Renaissance hält, ist eine der Klippen, an der die gothische Profan-Kunst gescheitert ist. Bei kleinen Rathhäusern, Gerichtsgebäuden u. dgl. mag man die malerische Unregelmäfsigkeit pflegen, bei gröfseren Bauwerken hat die monumentale Achsengliederung einzutreten. Das ist auch durchaus mittelalterlich. Unterscheidet sich doch schon in der kirchlichen Kunst die Kathedrale von der kleineren Stadt- oder Landkirche durch ihre strenge Regelmäfsigkeit. Lieber lassen die mittelalterlichen Baumeister die Strebepfeiler der Vierungen und der Thürme durch die Schiffsfenster schneiden, als dafs sie dort die Achsen aufgeben. Und bei mittelalterlichen Palästen und grofsen öffentlichen Gebäuden wird genau so streng auf die Achsentheilung gehalten. In Deutschland waren die Städte mit engen Mauergürteln umgeben, die Gebäude konnten sich wenig ausbreiten, gröfsere nichtkirchliche Baudenkmäler sind daher selten. Desto zahlreicher sind sie in den Niederlanden und in Italien. Von der frühgothischen, grofsen Tuchhalle in Ypern angefangen bis zu den späteren Stadthäusern von Löwen, Brüssel, Gent, Oudenaarde und Lüttich finden wir streng achsenmäfsige Eintheilung der Fenster in den riesigen Fronten und Höfen gerade so wie bei den italienischen Palästen romanischer und gothischer Kunst. Es sei nur auf die beiden Paläste des Capitano und des Podestà in Orvieto, auf den Dogenpalast in Venedig und auf die Stadthäuser der kleineren Gemeinden hingewiesen. Die Achsengliederung ist eine mittelalterliche Gepflogenheit, welche die Renaissance von der Gothik übernommen hat.

Als ein zweiter Vorzug der Renaissance gilt ihre herrliche Detailkunst sowohl in den Gesimsen wie im Ornament. Kann ihr die Gothik nichts Gleiches und Ebenbürtiges an die Seite stellen? Anscheinend nicht. Die schönheitsbedürftigen Augen des Publicums suchten sie vergeblich an den neugothischen Bauten. Und doch, wenn man die frühe, insbesondere die französische Gothik daraufhin studirt, sei es in Frankreich selbst oder in Viollets unvergleichlichen Meisterwerken, dann ist man überrascht durch die reichen und schwellenden Simse und durch das prunkende Laub. Auch die Pracht des mächtigsten Hauptgesimses der Renaissance läfst sich erreichen, und den Zauber des Akanthusblattes lassen die so lieblichen wie entzückenden Umrisse und Gestaltungen unserer Unkräuter erbleichen. Um gleich bei letzterem, dem Laubwerk, etwas zu verweilen — warum sollen wir Jahrtausende lang ein Blatt nachahmen, das bei uns nicht wächst, das dem Volke unbekannt ist, das die ganze Ornamentik in ebenso geheimnifsvolle wie unveränderliche Banden schlägt! Jedwede Erfindung ist bei der Anwendung dieser Blattform unterbunden, der Schritt zu Neuem unmöglich gemacht. Ein peinlicher Kreislauf unselbständiger Nachbildung dessen, was andere vor Jahrtausenden erfunden haben — das ist die Alleinherrschaft des Akanthusblattes und des übrigen antiken Ornamentes. Aber die Kräuter und Sträucher, welche uns auf Schritt und Tritt umgeben und von denen uns einige an geschützten Stellen fast zu jeder Jahreszeit ihre bescheidenen Blätter entgegenstrecken, sie zeigen Umrisse, wie sie das flüchtig über sie hinweggleitende Auge nie geschaut, ja kaum geahnt hat. Warum gehen wir nicht auf das Selbstverständliche zurück, auf die Natur, und zwar auf die, die uns umgiebt? Dann ist der Erfindung eines Jeden freie Bahn geschaffen, die Eigenart des Einzelnen wird diese selbe Natur verschieden meistern, und nur der Bequeme wird sich im Nachahmen anderer gern begnügen. Man spricht so viel von einem neuen Stil. Hier liegt einer der Pfade, die zu ihm führen, ganz offensichtlich da. Auch die Ornamente des in Rede stehenden Bankbaues sind keine

Abgüsse mittelalterlicher Vorbilder. Aber es ist bei ihnen dem mittelalterlichen Beispiele nachgefolgt und unserer Kräuter, Hecken und Sträucher Laub verwandt worden. Wer je die Hand nach einem dieser verachteten Blättchen ausgestreckt, wer mit aufmerksamen Auge die Zierlichkeit des Umrisses, die Kraft des Sprossens, die künstlerisch vollendete Gestalt des Ganzen wie seiner Theile beobachtet hat, der weifs, welchen Schatz die Natur in reicher Fülle fast zu jeder Jahreszeit, an jedem Orte, dem der sie sucht und sie versteht, in unserer Heimath entgegenbringt, und wie es nicht erforderlich ist den Wüstensand, des Meeres Tiefen und des fernen Morgenlandes Zauberauen zu durchmustern, um Vorbilder für unsere Ornamentgestaltungen zu finden. Ja selbst mit Hülfe desjenigen Laubwerkes und derjenigen Blättchen, welche beinahe täglich leicht zur Hand sind, läfst sich künstlerisch vollendetes Laubwerk schaffen. Neben dem entstehenden Modell mufs im frischen Thon das Pflanzenblatt stecken, welches den Bautheil schmücken soll, und zwar in vollem Saft und aller Kraft, damit das Auge des Bildhauers beständig an der unerreichten Meisterform der Natur sich stärken und begeistern kann. Geschieht dies nicht, wird nicht ohne Ermüden täglich frisches Laub beschafft, so rächt sich solches bald durch trockene Langeweile aller Blätter. Besonders erliegt der Bildhauer sehr leicht der Versuchung, statt immer wieder nach der Natur, nur nach seiner Erinnerung und schöpferischen Willkür zu modelliren; der Baumeister bringt ihm daher am besten — wenn nöthig — selber neues Laubwerk. Denn dieses Laub mufs auch mit Künstlerauge an der Pflanze ausgesucht werden, das schönste Blatt, der zierlichste Zweig ist gerade gut genug. Aber selbst abgesehen von dem schönen Umrifs, auch welches Blatt gerade an diesem Simse oder jenem Capitelle am passendsten sich verwenden läfst, kann am besten nur das Auge des Künstlers selbst, der den ganzen Bau geschaffen hat, beurtheilen.

Wie es zuerst Schwierigkeiten bereitet, die heutzutage an die meist schematische Bewegung des Akanthusblattes, an die bequemen Cartouchen und sonstiges Schnörkelwerk gewöhnte Hand des Bildhauers für die freie Flächenbewegung der Natur zu gewinnen, so ist es fast noch schwieriger, diese natürliche Unregelmäfsigkeit durch die Steinbildhauer zur Ausführung bringen zu lassen. Nur durch tägliche und sorgfältige Ueberwachung ist es zu erreichen, dafs die gelungene Schöpfung des modellirenden Bildhauers im Stein wieder ersteht. Ein Wort darüber zu verlieren, dafs dieses Naturlaub unabweisbar verlangt, zuerst in Thon gebildet zu werden, und dafs es nicht etwa nach der immer unzulänglichen Zeichnung sofort in Stein gehauen werden darf, ist hier wohl überflüssig. Uebrigens ist bei unserer Reichsbank nicht blofs das Laub (vgl. Abb. 1 bis 8) nach den schönsten Vorbildern der uns umgebenden Natur geschaffen worden, auch das Gethier und besonders die fröhlichen Menschengesichter sind unseren Mitmenschen entlehnt und nicht griechischen oder italienischen Gipsen (Abb. 9 bis 11). Aber auch den „Fratzen", Zwergen und „Steinmetzenspäfsen" ist ängstlich aus dem Wege gegangen worden. Denn sie verdanken ihren Ursprung zumeist handwerklichem Nichtkönnen und Unverstand. Die frühe Zeit der Gothik pflegt sie auch kaum, dann aber in künstlerischer Weise und an bescheidener Stelle.

Wenn so das Laub der Frühgothik, oder richtiger, das im Sinne dieser Bauweise hergestellte Laub dem Renaissance-Ornament völlig die Wage halten kann, so stehen auch die Gesimse der Frühgothik vor der Pracht der Renaissance-Profile durchaus nicht zurück. Dafs man bisher auf die liebevolle Ausbildung der gothischen Simse im allgemeinen keinen Werth legte, man möchte sagen, auf dieselbe ganz verzichtete, dafs man sich beinahe auf die trockene Wasserschräge und die Hohlkehle darunter beschränkte, dafs man ärmliche Sockelgesimse und noch dürftigere Hauptgesimse verwandte, die dem Auge des durch die Pracht der Renaissancegesimse verwöhnten Publicums wenig Reizvolles boten, das war eine zweite Klippe, an der die Versuche scheiterten, der Gothik die Gunst der Laien wie der Architekten zu gewinnen. Und doch hat die frühe Gothik kräftige Sockelgesimse, schwellende Gurte und mächtige Hauptgesimse geschaffen, von denen besonders die letzteren in Verbindung mit verzierten Hohlkehlen und schönen Menschenköpfen den Wettkampf mit jedem Renaissance-Hauptgesims bestehen. Aber diese Simse haben volle Rundstäbe und mächtige Kehlen, und diese Hauptgesimse laden kräftig aus, zeigen helles Licht und tiefe Schatten und bilden eine prächtige Krönung der grofsen Stein-Fronten. Enthält man sich dabei sorgsam aller der Formen, die nur den Erfordernissen der kirchlichen Bauten entsprossen sind, wie insbesondere des Mafswerks und der Wimpergen, des Stab- und Nasenwerks, dann wirkt der Bau ganz von selbst profan, dann macht er durchaus nicht den Eindruck einer „Kirche" oder eines „Krankenhauses", wie man bekanntlich sogenannte gothische Profanbauten bezeichnen hört. Mit einer Architektur, wie wir sie im Auge haben, kann man dann nicht blofs einer Bank, einer Post oder einem Rathhause das Gepräge des profanen Monumentalbaues geben, selbst dem Theaterbau würde eine solche prunkende Kunst ihre Formen mit Leichtigkeit leihen können.

Ebenso grofse Hindernisse, wenn nicht noch gröfsere haben sich der Ausbildung des Innern entgegengestellt, weil man sich einen Kanon von wenigen, noch dazu meist recht häfslichen Formen für die Kleinkunst der Gothik zusammengezimmert hatte. Alles andere wurde als „Renaissance" gebrandmarkt, ängstlich verpönt und vermieden. Diese wenigen Formen aber werden dann, ob es pafst oder, wie gewöhnlich, nicht pafst, jedem Gegenstande der Kleinkünste wie der inneren Einrichtung aufgeheftet, als wenn ohne Kreuzblumen, Kriechblumen, Nasen und Strebepfeiler kein Ding gothisch wäre! In der Tischlerkunst wird kein viereckiger Rahmen gelitten. Ist eine Wandverkleidung herzustellen, so mufs die obere Leiste mindestens einen Kleeblattbogen erhalten, Säulchen oder Strebepfeiler bilden die Senkrechten, die untere Wagerechte erhält eine Wassernase, Füllungen müssen mit den herkömmlichen „Papierrollen" versehen sein. Ein unruhiges Gekribbel ermüdet das Auge, die Arbeit kostet unberechtigte Summen, und statt eines natürlichen, die Bedürfnisse ungezwungen erfüllenden Eindruckes sieht man hundert unruhige „gothische Motive". In gleicher Weise wird den Thüren mitgespielt. Einer mit Säulchen, Kleeblattbögen und Strebepfeilern ausstaffirten Pendelthüre wird zum Schlufs noch statt der so wünschenswerthen Spiegelscheibe eine Kirchenfensterverglasung aufgezwungen. Man sieht nun nicht mehr, ob auf der Gegenseite eben jemand im Begriff ist, einem die Thür vor den Kopf zu stofsen; bald ist die Bleiverglasung auch krumm und schief geworden, und die „gothische" Thür ist eine Plage des Publicums. Zu alledem verwendet man noch die grofsen, rohen Einzelformen der Zimmererkunst bei der Tischlerei und mischt so der aufgezwungenen gothischen Stilgerechtigkeit noch eine entsetzliche Rohheit bei. Uebrigens soll hiermit keineswegs dem



Abb. 1.
Füllung über den Fenstern des I. Stockes. (Feldahorn.)



Abb. 2.
Füllung über den Fenstern des I. Stockes. (Klee.)



Abb. 4.
Füllung über den Erdgeschofs-fenstern.



Abb. 3.
Füllung über den Erkerfenstern im II. Stock. (Malve.)



Abb. 5.
Füllung über den Erdgeschofs-fenstern. (Epheu.)

Aufserachtlassen gesunder Construction in der Tischlerkunst das Wort geredet werden.

Ein Gegenstück zu den Irrthümern dieser gothischen Tischlerei bildet die Schmiedekunst in ihren „constructiven“ Bestrebungen und ihrer Kunstlosigkeit. Ein Treppengeländer wird mit Diagonalen wie ein Gitterträger „der Construction“ zuliebe ausstaffirt. Man drängt den Gegenständen in gleicher Weise Constructionen auf, die weder erforderlich sind noch überhaupt etwas nützen, wie man ihnen die Kunstformen des „stilgerechten“ Kanons der angeblich gothischen Formen aufzwingt. Dann werden an diese Streben und Diagonalen jene traurigen Blechbieger-Blättchen angeheftet, die drei runde Lappen entweder an einer Seite oder auf beiden Seiten tragen, dazu einige Nasen und Vierpässe — das soll die Kunst der Gothik sein und soll der Pracht der Renaissance die Wage halten! Dieser engbrüstige Formenkram beruht aber auf weiter nichts als Mifsverständnissen. Man betrachte doch die wenigen frühgothischen Ueberbleibsel des Hausrathes und der Kleinkünste! Vor allem springt da die Lust an der Volute und am üppigen Blattschmuck in die Augen. Die Thürgehänge von Notre Dame in Paris zeigen die reichsten und meisterhaftesten Rankenführungen, die man sich nur für Schmiedearbeiten wünschen kann. Doch entsetzt wendet sich das Auge des Gothikers Kölner Observanz von diesem Renaissancegräuel ab, und sein sehnlichster Wunsch ist der, dafs doch Viollet gar nicht gelebt hätte. Aber auch in St. Severin in Köln sind die frühgothischen Stuhlwangen (um 1237) mit eben solch üppigen Voluten geschmückt, und das prächtigste Laub entfaltet lebensfroh an ihnen seine Reize. Ja, man schlage das Skizzenbuch Wilars von Honecort auf, und man wird eine solche Wange mit noch weit reicherer und üppigerer Rankenführung und mit schönstem Blattschmuck gezeichnet finden! Wer sich aufs Sammeln dieser frühen Voluten und des reichen Blattwerkes der Kleinkünste verlegt, ist geradezu erstaunt, mit welcher Lust die Blüthezeit der Frühgothik in diesen Formen geschwelgt hat. Man verwende doch diese zierlich gewundenen Ranken in den Treppengeländern, wo sie meist keinen anderen Dienst zu verrichten haben, denn als Füllung gegen das Durchfallen zu dienen! Man forme mit dem Schmiedehammer die schönen Blätter der Natur nach und verziere damit diese Ranken, und man wird in ungezwungener Weise dem künstlerischen Bedürfnifs wie der Construction genügen! Das ist echt frühgothische Weise. Auf diese Art werden sich aber auch Neuschöpfungen ergeben, die der Renaissance in nichts nachstehen, ohne dafs deren ausgetretene Pfade in einem fort gewandelt werden müssen. Man lasse doch all jene Strebebögen, Strebepfeiler, Mafswerke, Vierpässe und rohen, aus dem Mafsstab gefallenen Löwen usw. weg, wenn man Standleuchter in kostbarer Bronce giefst oder Monstranzen und andere Altargeräthe in Gold und Silber herstellt; sie sind häfslich, durch nichts begründet, reiner Handwerksunverstand! Man nehme sich ein Vorbild an der herrlichen Zeichnung der Wilarschen Ranken, man wende die reizvollen Blätter unserer Unkräuter an, und der Standleuchter und der Wandarm werden auch vor dem verwöhntesten Auge bestehen!

Abb. 6.
Erker-Kragstein. (Paonie.)

Von den erörterten Gesichtspunkten aus ist der Versuch gemacht worden, den inneren Ausbau der Kölner Reichsbank zu entwerfen und auszuführen. Dafs bei der kurzen Zeit und den verhältnifsmäfsig geringen Baukosten nicht alles gelingen konnte, ist selbstverständlich. Bei den Oefen versagten für neue Modelle die Mittel, ebenso bei den Tapeten. Als Ersatz für die letzteren wurden englische Tapeten verwandt, die ebenfalls mit Hülfe der Naturblätter und Blüthen die Flächen zu schmücken versuchen. Was bei uns unter dem Namen gothischer Tapeten hergestellt worden ist, kann nur ein abschreckendes Beispiel dafür sein, wie man es nicht machen soll. Mit Reifsschiene, Cirkel und den dreilappigen Blättchen macht man keine Tapeten. —



Abb. 7.
Unterglied des Hauptgesimses.
(Hahnenfufs.)



Abb. 8.
Kämpferhorn im Erdgeschofs.
(Hahnenfufs.)

Der Entwurf unseres Bankgebäudes selbst hatte den üblichen Erfordernissen der Reichsbank zu entsprechen. Das ganze Geschäft wickelt sich in einem grofsen, übersichtlichen Saale ab (vgl. die Abb. auf Bl. 4). Das Publicum verkehrt in der Mitte dieses Saales, eingeschlossen durch hohe Zahltische. Die Beamten arbeiten an den grofsen Fenstern. An diesen Saal schliefsen sich ein Zimmer für den Director, das Werthgelafs und die Aborte an. Dafs es bei solchen Erfordernissen nicht möglich ist, den Eingang mit dem Treppenhause in die Mitte der Front zu legen, ist klar. In den beiden Obergeschossen ist je eine Dienstwohnung für die beiden Vorstandsbeamten angeordnet. Diese Gliederung des Gebäudes in Geschäftsgeschofs und Wohngeschosse ist in der Front zum Ausdruck gebracht, und zwar dadurch, dafs die Fenster der Geschäftsräume so grofs als irgend möglich angelegt sind, um den Kassirern und den Beamten, die in der Buchhalterei zu dreien an den Schreibpulten der Tiefe nach sitzen, hellstes Licht zu verschaffen, selbst für den Fall, dafs

der Himmel bedeckt ist, wie dies in unseren Breiten so häufig der Fall. Um diesem gebieterischen Erfordernifs zu genügen, mufste natürlich das übliche Palastschema des Südens mit den kleinen Fenstern im Untergeschofs und den beherrschenden Oeffnungen im ersten Obergeschofs fallen gelassen werden. Bei vielen Privatbanken wird es ja beibehalten. Die Beamten arbeiten dann bei schlechtem Licht, und beim Anblick der Façade kann niemand errathen, wo denn eigentlich die Geschäftsräume und wo die Wohnräume des Directors usw. liegen. — Die beiden Obergeschosse sind durch kein Gesims getrennt worden, um aus ihrer Zusammengehörigkeit ein genügendes Gegengewicht gegen das mächtige Untergeschofs zu schaffen. Thatsächlich ordnet man auch bei solcher Anordnung die Fensterpfeiler im ganzen hoch und schaltet die Fensterbögen und Brüstungen dazwischen. Die Niederlande und Norddeutschland haben im Mittelalter diese Art der Frontausbildung oft bevorzugt. — Die ganze Vorderfront ist aus rothem Mainsandstein aus den Miltenberger Brüchen in sauberster Ausführung von Wimmel u. Co. in Berlin geliefert. Die Steinbildhauerarbeiten hat der Bildhauer Schneider der Firma Förster in Riesa mit seinen geschickten Gehülfen angefertigt, die schon Jahre auf das Ausarbeiten von Naturlaub eingeübt sind. Der Bildhauer Miethke in Berlin ist der Verfertiger sämtlichen Laubwerkes, der Köpfe und des Gethiers. Die Engelgruppen des Giebels (Abb. 9 u. 10) und die Frauengestalt auf der Spitze desselben, welche den Bankverkehr versinnbildlicht — in der einen Hand trägt sie Papiere, in der anderen einen Beutel mit Geld — sind von Degen in Köln modellirt. Die Skizzen hierzu fielen zuerst recht „kirchlich" aus, dem „gothischen" Kanon entsprechend. Da aber im Mittelalter die Engel durchaus nicht mit unschönen, abgemagerten Gesichtern und blöd heruntergeschlagenem Blick (wodurch die Frömmigkeit ausgedrückt werden soll) dargestellt sind, und da sie nicht einmal in den Kirchen nur kniend, ohne Körper unter dem unmöglichen und unschönen Faltengeknitter die Kragsteine „zieren", so bedurfte es nur eines Hinweises für den Bildhauer auf einige mustergültige Vorbilder, um ihn die nunmehr ausgezeichnet gelungenen Gestalten schaffen zu lassen: Die beiden kühn hervorfliegenden Engelsgestalten unter dem hl. Christophorus im Kölner Dome, die liebreizenden Kragsteine im Chore des Aachener Münsters, an denen jedesmal drei Engel dargestellt sind, deren einer ein Buch aufschlägt, während die beiden anderen ihm über die Schultern in dasselbe schauen, die Kragsteine endlich im Schatzhause von S. Servatius in Mastricht mit ihren zierlich kleinen und so meisterhaften Engelsgestalten, die alle mit jugendlich schönen, lachenden Gesichtern, vollen Körpern und prächtigen Gewändern dargestellt sind, diese Muster befähigten ihn schnell, Engel zu bilden, die völlig im Geiste der Frühgothik wie der richtigen, d. h. mittelalterlichen Kölner Schule gehalten sind (Abb. 9 u. 10).

Abb. 9.



Abb. 10.

Engel am Giebelfufs der Vorderfront.

Man hat gesagt, die Bank hätte im „Kölner Stil" erbaut werden sollen und man meint damit den der modernen Kölner Schule, den man mit der mittelalterlichen Kölns für übereinstimmend hält. Nichts aber ist irriger als dies. Vom romanischen Stil abgesehen, überwiegt in Köln die Frühgothik. Fast sämtliche Kirchen Kölns sind erst in frühgothischer Zeit eingewölbt worden, so die Mittelschiffe von S. Maria im Capitol, Grofs S. Martin, S. Aposteln, S. Andreas, S. Kunibert, S. Gereon und Maria Lyskirchen, ferner die Chöre von S. Severin, S. Kunibert, das Südkreuz von S. Pantaleon. Oder sie haben beträchtliche Anbauten erhalten, so S. Ursula einen völlig neuen Chor, so auch der Dom seinen Chor. Die ganze Minoritenkirche ist ausgehende Frühgothik; für die Hochgothik bleiben nur die Thürme und das Schiff des Domes, der Gürzenich, Theile vom Rathhause und eine Anzahl Privathäuser. Auch die mächtigen Staffelgiebel des Overstolzen Hauses zeigen, dafs die Motive der Bank richtige frühgothische Kölner Motive sind. Kurz, auch hierbei erweist sich der herrschende Kanon der Kölner Gothik als unrichtig und willkürlich.

Abb. 11.
Vom Hauptgesims der Vorderfront.
(Hahnenfufs.)

Wie am Rhein die Hausteinfronten mit solchen wechseln, deren Flächen aus Backsteinen hergestellt sind, so sind auch an diesem Reichsbankbau die Hinterfronten (Abb. 12) in Rathenower Handstrichsteinen (in Köln fehlen schöne rothe Handstrichsteine) mit Fenstereinfassungen aus Sandstein ausgeführt. Hinterfronten wie Vorderfront sind voll weifs gefugt. Da die Vorderfront nach Norden liegt, so ist der fehlende Sonnenschein durch theilweise Vergoldung des rothen Sandsteines ersetzt worden, der dankbar unter dem Glanze der goldigen Lichter nun eine schön rothe Farbe zeigt, während er sonst bläulich und weniger angenehm wirkt. Der Bau ist von einem hohen deutschen Schieferdach (aus den Eifel-Brüchen) überragt, das ein Kupferkamm bekrönt; er bietet in dieser Zusammenstellung der Baustoffe ein farbenreiches Bild. Alle Decken des Hauses sind zwischen Eisenträgern in Schwemmsteinen gewölbt. Ueber die Schwemmsteinkappen und die Träger ist eine

Schicht Sand geschüttet und darüber noch eine Flachschicht Schwemmsteine gepflastert. Auf dieser liegt Parkett in Asphalt. Ohne solche Vorsichtsmafsregeln werden die Eisendecken unerträglich hellhörig, was ganz besonders der Fall ist, wenn man sich verleiten läfst, Beton zwischen die Träger zu stampfen. Die Deckenconstruction ist nicht durch irgend eine gekünstelte Scheindecke verheimlicht, sondern in allen Räumen gezeigt worden. Die Ausbildung ist fast überall der Art, dafs die Kappen nicht unmittelbar auf den unteren Flanschen aufsitzen, sondern dafs erst Stücke hochkantig gestellter Ziegeln auf diese Unterflanschen aufgefüttert sind und dann erst die Kappen beginnen. Dadurch sind die Träger kräftig betont. Sie sind der Polizeivorschrift entsprechend eingeputzt und mit gezogenen Umfassungsgesimsen bekleidet. An den Enden der Kappen sind diese Simse im Halbkreis herumgezogen. So sind Decken entstanden, die vor jeder geraden Decke, auf der nach Willkür Gesimse und Stuck gehäuft sind, den Vorzug verdienen. Diese Deckenart ist auch am Niederrhein gut mittelalterlich und in grofser Zahl bis in die Barockzeit hinein sogar auf den Dörfern entstanden. Die Holzbalken sind bei den dortigen alten Decken mit Strohlehm beworfen und dann ebenfalls mit Stuck überzogen. Auch die runden, mit der „Leier“ gezogenen Endstücke sind vorhanden, weil man gerade Schlufsstücke vorher hätte giefsen und einsetzen müssen. Um sich das Zusammenpassen der geleierten Ausrundung an die gerade gezogenen Balken zu erleichtern, hat man an dieser Stelle noch eine Art kleines Kämpfergesims eingeschaltet.

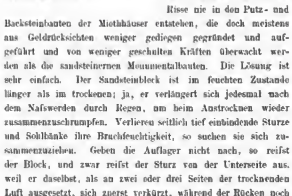
Der Dachverband ist aus Eisen hergestellt. Sein Binder ist sehr zu empfehlen. Es ist weder ein Polonceaux noch ein englischer Dachstuhl. Sämtliche Stäbe sind gedrückt, haben grofse Querschnitte und sind daher verhältnifsmäfsig billig. Herr Baurath Moritz hat ihn in Aachen beim Landgerichtsgebäude als billiger nachgewiesen als die übrigen Dachstühle. Dieser Binder läfst den Dachraum sehr frei und gestattet, etwa bei Kirchen verwandt, die Gewölbe ungezwungen hoch in den Dachraum hineinzuziehen. Auch die Sparren sind aus ℶ-Eisen hergestellt, auf die die Schalung von innen aufgeschraubt ist. Die Säulen in dem Saale des Erdgeschosses, welche alles obere Mauer- und Deckenwerk tragen, sind wie die des Eingangsflures und wie die Treppe aus Granit von Büchlberg bei Passau gefertigt. Es ist fast der billigste Granit in Deutschland, bei grofser Tragfähigkeit und recht schöner gelbgrauer Farbe.



Abb. 12.
Ansicht der Hinterfront vom Andreaskloster aus.

Trotz des Reichthums der Front und der Inneneinrichtung kostet der Bau nur 25 ℳ für 1 cbm umbauten Raumes, im ganzen 670000 ℳ, ein Beweis, dafs die Gothik durchaus nicht theurer zu stehen kommt als die Renaissance. Allerdings ist der Raum des Daches für den Cubikinhalt mit berechnet; aber bei den Renaissancepalästen geschieht dies auch; denn hinter der hohen Stirn und dem Hauptgesims liegt dort sehr häufig ein Bodenraum von 3 bis 4 m Höhe. Ueberdies ist nicht zu vergessen, dafs im vorliegenden Falle auch vier ausgebildete Giebel herzustellen gewesen sind.

Wenn zum Schlusse hier noch zwei irrthümliche Anschauungen bekämpft werden dürfen, die den Steinschnitt und das Versetzen der Sandsteine betreffen, so ist die Aufgabe dieser Abhandlung erschöpft. Ueber den Sandsteinfronten scheint das unabwendbare Schicksal zu schweben, dafs ihre schönsten Sandsteinblöcke in erschreckendem Mafse Risse bekommen. Da diese Blöcke meist Sohlbänke und Sturze sind, so meint man, das Gebäude „setze sich“, und daher entständen die Risse. Das ist zumeist irrig. Schon der Umstand hätte Argwohn gegen die Richtigkeit dieser allgemein verbreiteten Ansicht hervorrufen müssen, dafs solche Risse nie in den Putz- und



Backsteinbauten der Miethhäuser entstehen, die doch meistens aus Geldrücksichten weniger gediegen gegründet und aufgeführt und von weniger geschulten Kräften überwacht werden als die sandsteinernen Monumentalbauten. Die Lösung ist sehr einfach. Der Sandsteinblock ist im feuchten Zustande länger als im trockenen; ja, er verlängert sich jedesmal nach dem Nafswerden durch Regen, um beim Austrocknen wieder zusammenzuschrumpfen. Verlieren seitlich tief einbindende Sturze und Sohlbänke ihre Bruchfeuchtigkeit, so suchen sie sich zusammenzuziehen. Geben die Auflager nicht nach, so reifst der Block, und zwar reifst der Sturz von der Unterseite aus, weil er daselbst, als an zwei oder drei Seiten der trocknenden Luft ausgesetzt, sich zuerst verkürzt, während der Rücken noch

feucht und daher länger bleibt. Sind die Auflager kurz genug, dann reifst eine der beiden End-Lagerfugen, und der Sturz zieht sich zusammen. Er rutscht beim Nafs- und Trockenwerden dann immer auf dieser Fugenfläche hin und her, während die andere Fuge unversehrt bleibt. Giebt aber die eine Fuge nicht nach, und ist der Sturz stark genug, um nicht selbst zu reifsen, dann reifst er beim Zusammenziehen ein Stück der als Auflager dienenden Quader ab. Natürlich fängt dabei der Rifs in der Quader oben unter dem Sturz-Ende an. Ist der Block eine Sohlbank, so reifst er umgekehrt ein Stück der darüber liegenden Quader ab. Hat das Fenster Faschen, so geben diese glücklicherweise häufig nach, reifsen seitlich in der lothrechten Fuge ab und neigen sich nach innen. Hat man die Unvorsichtigkeit begangen, den Sandstein in Cement zu versetzen, so halten alle Fugen eisenfest, und der Sandstein reifst in noch höherem Grade. So haben z. B. die Architrave der Säulenhalle um die Nationalgalerie in Berlin die Capitelle mitten durchgerissen. Sandsteine in Cement zu versetzen ist überhaupt ein schlimmer Fehler. Die Cementsalze dringen bei Regen in die Sandsteine ein, bilden häfsliche Schmutzkrausen an jeder Cementfuge entlang und bringen den Sandstein sehr schnell zum Verwittern. Weifskalk, Wasserkalk oder Trafsmörtel sind die einzig geeigneten Mörtel für den Hochbauer. Sie sind nachgiebig, ohne chemisch schädlich wirkende Salze zu enthalten, und beschmutzen die Sandsteine nicht: der geringe weifse Ausschlag, der sich anfangs oft auch bei ihnen zeigt, ist unschädlich und verschwindet bald wieder. Für äufseres Ziegelmauerwerk und Ziegelverblendung ist der Cement ebenso gefährlich. Manche kaum fertig gestellten Ziegelverblendungen in Cement werden, besonders bei Handstrichsteinen, schwarz und schimmelig und sind für immer verdorben. Hat der Bankörper aber irgendwelche Bewegungen auszuhalten, so reifst er wegen der unnachgiebigen Cementfugen an allen Ecken und Enden. Das gilt besonders von hohen Schornsteinen. Man liest und hört zwar überall, diese müfsten in Cementmörtel aufgeführt werden, mit der seltsamen Begründung, dafs sie sich, in Kalkmörtel aufgeführt, krümmen würden, da die sonnenbeschienene Seite eher trocknete als die abgewandte! Nun, zur Winterszeit führt man die Schornsteine ja doch nicht auf, zu anderen Zeiten aber giebt es kaum eine nicht durch die Sonne beschienene Seite. Diese Stelle ist jedenfalls so klein, dafs eine Krümmung nicht eintreten kann. Sollte es einmal geschehen sein, so ist der Schlot schlecht gemauert worden, und der Betreffende hat sich auf diese geistreiche Art herausgeredet. Im Mittelalter schob man das stärkere Verwittern der Südseite auf den Mond, weil sie von diesem beschienen wird. Er ist aber daran ebenso unschuldig wie hier die Sonne. Die Südseite verwittert stärker, weil bei ihr die Ausdehnungen gröfser sind, denn in der Nacht haben alle Fronten gleiche Kälte, am Tage erwärmt sich aber die Südseite um 10—20° höher. Diese in Cement gemauerten Schornsteine reifsen denn auch stark, wenn sie der Wind zum Pendeln bringt und die Cementfugen nicht nachgeben. Sie werden dann sorgfältig geschient, und man ist froh, wenn man sie nicht gar abzutragen braucht. Bei Aufführung in Kalkmörtel mufs der Querschnitt zwar etwas gröfser sein, aber man spart schon einen Theil der Mehrkosten am Cement, und vor allem reifsen diese Schornsteine nicht; krumm werden sie auch nicht. Gerade so verhält es sich mit den Kirchthürmen. Ueberall ist der Cement nur vom Uebel. Der Hochbauer sollte ihn so viel als irgend angängig fliehen. Aber auch der Ingenieur sollte ihn weniger verwenden. Die Stadtverwaltungen werden nach 100 Jahren trauernd an den zusammenbrechenden Cementröhren ihrer Canalisationen stehen, während das Puzzolan- und Trafsmauerwerk der Römer an solchen Stellen die Jahrtausende überdauert hat. — Man lasse also den Cement von den Sandsteinen, richte den Fugenschnitt so ein, dafs theilweis freiliegende Steinbalken an den Enden nicht eingeklemmt sind, und das Haus wird sich nicht „setzen“ und keine Risse bekommen. Sohlbänke schneidet man am vortheilhaftesten noch im Fenster vor dem Einbinden ab; den Sturzen giebt man am besten Keilfugen als Auflager. Nur in der Zeichnung sieht das zuerst befremdlich aus, in Wirklichkeit garnicht. Nach den Eigenschaften der Baustoffe sich richten, das ist echt gothisch.

Der Cement hat übrigens auch seinerseits die Eigenschaft, stark zusammen zu trocknen. Daher reifsen die Cementfufsböden und auch — der Terrazzo! Daran soll dann ebenfalls das Setzen des Gebäudes schuld sein und weiter die Eisenträger, weil er gerade über solchen zu reifsen pflegt. Das liegt aber nur daran, dafs er an dem unter ihm befindlichen Materiale usw. haftet; zieht er sich zusammen, so reifst er dasselbe mit, an den Trägern findet diese Unterlage aber Widerstand, sie kann dem Cemente nicht folgen, und so reifst er dort. Hat der Verfertiger des Terrazzos — vielleicht unehrlicherweise — keinen Cement genommen, sondern Wasserkalk, dann reifst der Terrazzofufsboden nicht. Er läuft sich allerdings schneller aus, aber das ist dem häfslichen Reifsen und dem darauf folgenden Abbröckeln immer noch bei weitem vorzuziehen.

Entworfen und ausgeführt ist der Neubau unter der Oberleitung des Geheimen Bauraths Emmerich in Berlin durch den Unterzeichneten. Als Bauführer war zuerst der Architekt Möbius, gegen das Ende der Architekt Grosse thätig. Auf kürzere Zeit waren auch die Regierungsbauführer de Jonge, Hirte, Ahrens und Schweitzer beim Werke thätig. Die Maurerarbeiten führte der Maurermeister Schierenberg aus. Die sehr tiefe Gründung — der Bau liegt aufsen vor der alten Römermauer — wurde im Sommer 1894 begonnen. Am 4. Mai 1897 hat die Einweihung stattgefunden.

Hasak.

Der Rheinkrahnen in Andernach.

(Mit Abbildungen auf Blatt 5 im Atlas.)

Jedem Rheinreisenden wohlbekannt und schon von ungezählten Landschaftszeichnern im Bilde festgehalten, steht am nördlichen Ende von Andernach, breit und massig am Ufer gelagert, der alte „Rheinkrahnen“, neben der romanischen Pfarrkirche und dem spätmittelalterlichen „runden Thurme“ einer der Hauptanziehungspunkte des freundlichen Rheinstädtchens für den Baukundigen. Und wenn es diesem auch wohl bekannt ist, dafs das in seiner architektonischen Erscheinung leider ziemlich ver-

wahrloste Bauwerk in seinem Innern noch eine sehr beachtenswerthe Krahnconstruction aus dem Mittelalter birgt, die dank der gediegenen Herstellung sich bis auf unsere Tage in der Hauptsache*) gut erhalten hat, so dürfte diese Construction, die einen interessanten Einblick in den Stand der Ingenieurbaukunst jener Zeit giebt, doch nur wenigen genauer bekannt sein.

Die allgemeine Anordnung des Krahnes ist die folgende. Ein $^{60}/_{60}$ cm starker und über 10 m langer Eichenstamm bildet die Krahnsäule. Diese ruht auf einem in einem Basaltblock lagernden Spurzapfen und wird geführt von einer Laufwalze, die in einem durch eine dreifache Balkenlage gehaltenen Eisenring rollt. Ueber der Balkenlage setzen sodann die vier je 15,20 und 16,80 m langen den Ausleger bildenden Balken an, die durch Zangen und Eisenbänder mit der Krahnsäule in feste Verbindung gebracht sind. Die Drehung um die senkrechte Achse wird mittels eines an der Säule seitlich befestigten Holmes bewirkt, wobei die im Umkreis im Fufsboden eingemauerten Steine dem Arbeiter als Stützpunkte dienen. Das äufserste Ende des Auslegers birgt eine Rolle, über welche die Zugkette geführt ist, die der Richtung des Auslegers folgt und, die Krahnsäule durchdringend, über eine hier eingebrachte Rolle in senkrechter Richtung nach unten geleitet ist, um sich auf der Welle aufzuwickeln. Die Windeconstruction wird getragen von zwei an der Krahnsäule seitlich befestigten Querholmen, die in Verbindung mit zwei schwach gekrümmten Hölzern einen starken Rahmen bilden. In der Mitte dieses Rahmens, in den senkrechten Holmen sich drehend, ruht eine wagerechte Welle, die an jeder Seite ein grofses Tretrad trägt. Diese beiden Räder werden gedreht, indem in ihnen je ein Arbeiter geht, wobei die Kette sich auf der in der Mitte gerundeten Welle aufwickelt. Abgesehen von der 1,0 m starken Umfassungsmauer aus Schieferbruchstein, die sich unten durch einen im Inneren und Aeufseren vorgelegten Basaltsockel auf 1,45 m erweitert, wird der seitliche Druck der Krahnsäule in wirksamer Weise aufgenommen durch eine aus Stiel, Sattelholz und Kopfband bestehende Strebeconstruction, die ihn dem Fundament in senkrechter Richtung mittheilen.

Dieser Krahnconstruction pafst sich das umschliefsende Bauwerk in sinngemäfser Weise an. Die Umfassungsmauer ist mit Sparsamkeit im Grundrifs rund angelegt, durch keinen Anbau erweitert, durch keinen Einbau beengt. Ist so der Krahn als Nützlichkeitsbau gekennzeichnet, so läfst die bescheidene, aber würdevolle architektonische Ausschmückung einen günstigen Schlufs auf den Schönheitssinn jener Zeit ziehen. Zwei bei *a* und *b* liegende Thüren gestatten Eintritt in das Innere, welches nur durch zwei Fensterlöcher bei *c* und *d* nothdürftig erhellt ist. Zwischen diesen Hauptöffnungen befinden sich sodann noch kleinere Guck- oder Raflöcher, durch die der aufsenstehende „Krahnenmeister“ den in den Rädern gehenden „Krahnenknechten“ seine Befehle ertheilt. Das Vorhandensein eines in einfachster Form gehaltenen Kamines läfst vermuthen, dafs die Balkenlage ehedem verschalt gewesen ist. Um nach der Wasserseite hin mit dem Ausleger möglichst weit zu reichen, hat man das Bauwerk so weit vorgeschoben, dafs seine Rundung aus der Kaimauer hervortritt. Der Verkehr wurde auf dieser Seite vermittelt durch eine auf drei Kragsteinen ruhende Steinplatte, von der beiderseits Treppen hinabführten. Der Balkenlage entspricht im Aeufseren ein schwungvolles, von einem Kleeblatt-Bogenfries getragenes Hauptgesims. Darüber erhebt sich als Bekrönung eine Attika, deren Lisenentheilung einen angenehmen Gegensatz bildet zu der grofsen glatten Putzfläche des Unterbaues. Das Krönungsgesims der Attika ist in seiner Kehle mit einer sehr lebhaft gezeichneten, sich um einen Stab schlingenden Blattranke geschmückt, die zwar noch im spätgothischen Sinne aufgefafst, im einzelnen aber schon den Renaissance-Akanthus zeigt. Wie die Attika zum Unterbau, so tritt dieses leichte Deckgesims in bewufsten Gegensatz zum Hauptgesims; und indem das Auge den gefälligen Windungen des Ornamentes folgt, gleitet es unwillkürlich von einer zur anderen Lisene, um dort die in Medaillons gefafsten, lorbeergeschmückten Imperatorenköpfe zu betrachten. Die Feinheit der Ausführung des Blattornamentes wie der Köpfe, deren individuelle Behandlung auf Porträts schliefsen läfst, fordern zur Bewunderung der Meisterschaft des Bildhauers auf. Als Material zu diesen Arbeiten ist feinkörniger Sandstein gewählt. Vier diagonal zu den Hauptachsen stehende phantastisch fratzenhafte Wasserspeier leiten aus der hinter der Attika befindlichen Rinne das Wasser ab. Sie stehen in der Ausführung nicht auf der Höhe der ersterwähnten Bildhauerarbeiten; doch erklärt sich das aus dem Umstande, dafs man hier wegen der weiten Ausladung Basaltlava angewandt hat, die bekanntlich sehr schwer zu bearbeiten ist. Aus demselben Gestein hat man auch die Thürgewände und die über dem Thürsturz befindlichen Consolen gefertigt. Das Thürgewände ist profilirt als ein von zwei tiefeingeschnittenen Hohlkehlen begleiteter Birnstab. An den Ecken durchdringen sich in spätgothischer Weise die Stäbe und laufen gegen die äufsere Hohlkehle todt. Am unteren Ende dagegen haben sie reich verzierte Basen mit angelehnten Akanthusblättern, die schön ersonnen, in der Ausführung aber wegen der Sprödigkeit und der grauschwarzen Farbe der Lava nicht von der Wirkung sind, die sich der Meister versprochen haben mag. Vielleicht ist die Ausführung dieser Ornamente ursprünglich in einem anderen, gefügigeren Materiale beabsichtigt gewesen. — Im vollen Glanze nun zeigt sich aber die Kunst des Meisters wieder in den beiden über den Eingangsthüren befindlichen Bildwerken. Auf der Rheinseite hält ein geflügelter Genius das Andernacher Stadtwappen, zwei schräg auf einen kreuzgetheilten Schild gelegte Schlüssel. Auf der Landseite halten zwei Amoretten einen gleichen Schild. Auf beiden Seiten ist die Darstellung von einem in schönen Verhältnissen gehaltenen architektonischen Rahmen umgeben. Das ursprüngliche Bild auf letztgenannter Seite ist allerdings nicht mehr auf seinem Platze, sondern durch eine in neuester Zeit nach dem Vorbilde gefertigte, sehr handwerksmäfsige Schöpfung ersetzt. Dagegen ist das erste, auf Blatt 5 wiedergegebene Bildwerk noch wohl erhalten und giebt Grund zu bedauern, dafs das andere verschleppt worden ist. Mit welch vollendeter Sicherheit der alte Steinmetz den Meifsel führte, zeigt das reich gefaltete und flott bewegte Gewand des Genius und sein von üppigen Locken umrahmtes, in klassischer Ruhe herniederschauendes Antlitz. Leider ist die unter dem Engel angebrachte Inschrifttafel durch die stets daran streifenden Taue der stromaufwärts gezogenen Schiffe zur Hälfte zerstört, sodafs die Schrift selbst nicht mehr zu entziffern ist.

Eine spätere Zuthat ist der gegen den Strom gerichtete, aus Quadern von Basaltlava bestehende Eisbrecher, der ohne Verband mit dem Mauerwerk des Krahnens errichtet und mit vielen Steinmetzzeichen bedeckt ist. Die älteste dabei vorkom-

*) Im Laufe der Zeit haben einzelne neue Hölzer an Stelle von alten, schadhaft gewordenen eingezogen werden müssen.

mende Jahreszahl ist 1604, und es kann dieses Jahr wohl ohne erheblichen Fehler als die Entstehungszeit dieser Hinzufügung angenommen werden. Da bei einem Eisgang die ganze Wucht des Stromes gegen die linksseitige Treppe prallte und deren Bestand gefährdete, so wurde darüber, wohl um dieselbe Zeit oder schon vorher, die Kaimauer bis zur Erdgleiche hochgeführt. Eine Instandsetzung des Bauwerks haben der gute Stein und die gediegene Bauart bis jetzt glücklicherweise überflüssig gemacht. Im übrigen thut der Krahnen noch getreu seinen Dienst, wie vor 300 Jahren, indem er die mit der Eisenbahn aus der vulkanischen Umgegend des Laacher Sees hierhergebrachten Steine — meist Mühlsteine — auf die Schiffe verlädt. Auch das Amt des Krahnenmeisters und der Krahnenknechte besteht noch, und der Betrieb vollzieht sich in derselben Weise wie ehedem.

Die Baugeschichte des Krahnens ist erfreulicherweise aufs genaueste durch Urkunden festgelegt. Noch sind die „Krahnenbücher“ von 1511 bis 1743 erhalten, in denen alle den Krahn betreffenden Einnahmen und Ausgaben von dem alljährlich vom Stadtrath neugewählten Krahnenmeister eingetragen wurden. So heifst es z. B. vom Jahre 1591:

„Rechnung unser verordneter Kranen Meister Johan Hertig und Stäfhan Stuidten, was wir von den gesellen defs Kranen von des Rhattswegen empfangen, und ihn behufs defsselbigen ausgeben haben, von dem Sonntag Invocavit des Jahr 1591 ahn bis wiederumb auf bemelten Sonntag des Jahr

1592.

Innahm Gelts In dem Monat

Martis.

Item Wärnher Lahrmann x (10) breitstein und sechszehner
Jeder 25 alb und 3 fünfzehner jeder 13 alb 9 heller thut
x ij (12) fl iij (3) alb iij (3) hllr.
Item Heinrich von Molhem 6 breidtstein und sechszehner
Jeder 25 alb 8 fünf- und vierzehner Jeder 13 alb 9 hllr
und 2 dreizehner Jeder 6 alb 3 hllr thut
xi (11) fl viij (8) alb vi (6) hllr.“

— — — — — — — — — — — —

Diese Einnahmen sind allmonatlich aufs genaueste notirt und zusammengezählt, worauf die Verzeichnung der Auslagen für Ersatztheile, Schmiermittel („Olig“ und Seife), Gehalt der Angestellten usw. folgt.

„Item dem Kranenmeister geben vor Verwaltung seins Kranenmeisteramts . . . . v (5) fl.“

— — — — — — — — — — — —

Die Ausgaben von den Einnahmen abgezogen ergeben den Reingewinn, von dem jedesmal geflissentlich vermerkt ist, dafs er an die Rathskasse abgeführt wurde.

Wichtiger als diese Krahnenbücher sind die übrigen Urkunden, da sie sich auf die Erbauung unmittelbar beziehen. Die erste, ein Pergament mit zwei Siegeln aus dem Jahre 1554, ist folgenden Inhaltes: „Erzbischof Adolf von Köln gestattet der Stadt Andernach die Erbauung eines neuen Hauskrahnens am Rhein. Poppelsdorf 1554, den 15. August.“ Die zweite Urkunde ist eine Bescheinigung der Stadt Andernach wegen des ihr vom Erzbischof Adolf von Köln verliehenen neuen Hauskrahnens. Im folgenden Jahre beginnt man sofort mit dem Bau, worüber die vollständig erhaltenen Baurechnungen von 1555, 1556 und 1557 ausführlichen Aufschlufs geben. Es wird darin genau Rechnung geführt über die Ausgaben für die gelieferten Steine, deren Ursprungsort und Lieferant bei jedem Posten angegeben werden. Sodann ist der Lohn der „Maurer“ und „Hauarbeiter“ auf jeden einzelnen Tag und Namen notirt.

„Item Friedrich Beder Paulus Nufskuch und Kirfs Meutgin Jeder einer 1 tagh das geholtz ufgeräumpt und zu weggestalt macht . . . . x (10) alb vj (16) hllr.

Item Meyster Jacob der Kranenknecht geholfen als man ufgeschlagen und gesteigert so vor und nach vj (6) thaigh und sein sonn auch dazugeholffen gebben zusammen . iij fl.“

Während diese Maurerarbeiten also im Tagelohn geschehen, werden die Bildhauerarbeiten im Accord vergeben. In der Rechnung von 1557 heifst es:

„Die Krantz Bogen verdingt.

Item Meyster Hans Emmell verdingt den Krantz Bogen zu hauwen mit dem Stück. Jeder Stück vor v (5) Mark seindt der Stück geweifs xlviij (48) Stück macht. Lx (60) fl.

Item noch Meyster Hansen verdingt die gesymstücker den fus vor iiij alb macht Iᶜxvj (116) fufs macht
xvj (16) fl xxij alb.

Item noch Meyster Hans gehauen und geliefert xliiij nasen under den Krantzbogenstück geben vor jedes Stück zu hauwen und Stein zusammen xii alb macht . xj fl.

Item Meyster Christoffell goltschmit hait ein erbar raid Ime verdingt die schilt und Wappen zu machen und aufsen uff das Wergk nämlich vor xxiiij fl das ist verrechnet Im anderen Jar xvj (16) fl. Also Im geben viij (8) fl.

Item Meyster Christoffel nach gearbeitet ain dem Crantz Stuckern mit dem Laubwergk zusammen xlj (51) thagh vermeinte er solt solche arbeit mit Im thaiglohn machen hab Im geben taiglohen allen taigh x (10) alb macht . . . . xvij (17) fl ij (2) alb.“

— — — — — — — — — — — —

Im wesentlichen finden wir also den noch bei uns üblichen Baubetrieb. —

Es erübrigt noch zu erwähnen, dafs vor der Erbauung dieses Krahnens schon ein solcher in Andernach bestanden hat, da ja die Krahnenbücher schon von 1511 an zählen. Dies geht auch aus dem Erlafs des Erzbischofs Adolf von Köln hervor, welcher von der Erbauung eines „neuen“ Hauskrahnens spricht, was einen Rückschlufs auf das Vorhandensein eines alten, schon bestehenden Krahnens zuläfst. Wo dieser Krahnen aber gestanden und wie er ausgesehen hat, darüber ist keine geschichtliche Nachricht erhalten.

Werfen wir noch einen Rückblick auf unseren Krahnen und seine Geschichte, so können wir jener alten Zeit unsere Bewunderung nicht versagen, in welcher Architektur und Ingenieurkunst Hand in Hand ein Werk geschaffen haben, das, zweckentsprechend erdacht und construirt und als öffentliches Bauwerk einer wohlhabenden Stadt würdevoll geschmückt, ein ehrendes Zeugnifs abgiebt, für die Fähigkeit der damaligen Baumeister sowohl wie für den Schönheitssinn ihrer einsichtigen Bauherren.

L. Schweitzer, Regierungsbauführer.

Das Nepomuk-Denkmal vor der Kreuzkirche in Breslau.

(Mit Abbildungen auf Blatt 6 im Atlas.)

Im Jahre 1527 kam Schlesien durch die Wahl Ferdinands I. zum König von Böhmen an das Haus Habsburg, unter dessen Herrschaft es bis zum Jahre 1741 verblieb. Es trat damit für die Geschichte Schlesiens eine Wendung ein, die für die Entwicklung der Künste in dieser Provinz von entscheidender Bedeutung wurde. Während des ganzen Mittelalters hatten unaufhörliche, erbittert geführte Kämpfe zwischen Germanenthum und Slaventhum die Stetigkeit der Entwicklung der Künste in Schlesien gestört. Durch die Einverleibung an Oesterreich waren diese Kämpfe zu gunsten des Germanenthums entschieden. Dafür kam es nun zu den durch das gewaltige Umsichgreifen der Reformation hervorgerufenen Religionskämpfen. Schwer hatten Stadt und Land unter dem Drucke der von dem Hause Habsburg begünstigten, gewaltsam durchgeführten Gegenreformation zu leiden. Der dadurch verursachte Stillstand der politischen Entwicklung mufste naturgemäfs auch auf das Gedeihen der Künste lähmend einwirken. So wird es erklärlich, dafs sich die Kunst des Barocks, welche gegen Ende des 17. Jahrhunderts durch die katholischen Orden, besonders die Jesuiten, von Böhmen und Oesterreich aus eingeführt wurde, siegreich über die ganze Provinz ausbreitete und ihr das architektonische Gepräge verlieh, welches für sie heute noch bezeichnend ist. So wird auch erklärlich, dafs es anfänglich fast ausschliefslich fremde, besonders italienische Meister waren, welche die Pläne für die grofsen Bauten der katholischen Orden lieferten. Erst allmählich bildeten sich an diesen auch heimische Künstler heran. Zu letzteren gehört offenbar der Meister des hier mitgetheilten Nepomuk-Denkmals, Johann Georg Urbansky, Träger eines Namens, der heute noch in den östlichen Provinzen häufig ist. Ueber die sonstige Thätigkeit dieses Meisters ist bisher nur bekannt, dafs er auch die Heiligenbilder vor der Gymnasialkirche und der Mauritiuskirche ausgeführt hat.*)

Das künstlerisch bedeutendste dieser Bildwerke ist das auf Blatt 6 dargestellte Nepomuk-Denkmal vor der Kreuzkirche, zu dessen Würdigung diese Zeilen beitragen sollen.

„Der Breslauer Erzähler“, Jahrgang 1801, enthält aufser einer Abbildung über die Baugeschichte nur die kurze Mittheilung, das Denkmal sei im Jahre 1732 am 16. Mai, dem Gedächtnifstage des Heiligen, feierlich eingeweiht; es sei „aus bescheidenem Sandstein, aber mit vieler Kunst und gutem Geschmack von dem Breslauischen Bildhauer Johann Georg Urbansky gearbeitet“ und bereits im Jahre 1767 wieder ausgebessert worden. Der Werth des Denkmals besteht in erster Linie in dem aufserordentlich wirkungsvollem Aufbau und in der geschickten Weise, in welcher der Architekt — denn als solchen in erster Linie darf man den Künstler doch wohl in Anspruch nehmen — den Widerstreit zwischen der kraftvoll emporstrebenden Heiligenfigur und der Architektur des Unterbaues gelöst hat. Urbansky hat hierbei von der Freiheit, welche die barocken Formen seiner Phantasie liefsen, ausgiebigen Gebrauch gemacht und damit aus einem Gufs ein Kunstwerk geschaffen, dessen einzelne Theile sich harmonisch zu einem untrennbaren Ganzen vereinen. Einzelne Unvollkommenheiten in der Behandlung des Figürlichen nimmt man dabei gern in Kauf. Mafsgebend war dem Künstler offenbar allein die malerische Wirkung des Ganzen, und darin hat er Vorzügliches geleistet. Auch die Profilirung ist hauptsächlich von diesem Gesichtspunkt aus mit aufserordentlich feinem Gefühl für die malerische Vertheilung von Licht und Schatten entworfen. Die Verhältnisse der einzelnen Theile zu einander sind sehr sorgfältig und glücklich abgewogen. Die vier concaven Seiten des Sockelkernes sind geschmückt mit Reliefdarstellungen aus dem Leben des Heiligen. Das Ornament zeigt zwar die dem Barock eigenthümlichen, einen tektonischen Gedanken nicht klar aussprechenden Formen; giebt man aber zu, dafs gerade in der tektonischen Durchbildung eines Kunstwerkes auf Kosten des malerischen Reizes desselben und der Eigenart des Künstlers oft zu viel verlangt wird, und gesteht man die Berechtigung des selbständig auftretenden Ornamentes zu, welches einzelne Theile eines Kunstwerkes nur lose umhüllt, um sie gegen andere hervorzuheben, so mufs man hier das Geschick des Künstlers in der Vortheilung des Ornamentes und der mafsvollen Belebung der decorirten Flächen durch Licht und Schatten unumwunden anerkennen. Zur Erklärung der für sich allein nicht recht verständlichen Form der aus rechteckigem Querschnitt sich entwickelnden Aufsätze auf den Eckpfeilern der Brüstung sei noch bemerkt, dafs diese als Träger für Laternen dienen, welche an besonderen Festtagen auf dieselben aufgesteckt werden.

Wünschenswerth wäre es, dafs die nächste Umgebung des Denkmals recht bald eine künstlerische Umgestaltung erfahre. Die vier vor den Ecken des Denkmals gepflanzten Kugel-Akazien, welche jetzt den einzigen „Schmuck“ des Platzes bilden, verunstalten diesen in gar zu trauriger Weise. Schön angelegte Rasenflächen, bepflanzt mit einigen niedrig gehaltenen Cypressen, könnten die malerische Wirkung des Denkmals bedeutend erhöhen.

Georg Büttner, Regierungs-Baumeister.

*) Lutsch, „Die Kunstdenkmäler der Stadt Breslau“ (S. 128). Herr Provincial-Conservator Landbauinspector H. Lutsch übersendet noch folgende Angaben über die Thätigkeit des Bildhauers Urbansky in Breslau:

1. Urbansky wird am 6. Februar 1719 „Bildhauer auf dem Dome“ genannt. Er fertigte die Alabaster-Relief-Füllungen an der Domkanzel und vermuthlich auch die Nepomukstatue vor dem „Kleinchore“ (Schlesiens Vorzeit in Bild und Schrift, V. 166).
2. Urbansky arbeitete zum Bau der Hochbergischen Capelle für 120 Fl. 4 sitzende Engel für den Altar, 2 Statuen, St. Joachim und Anna, für den Bildhauer Karinger und aufserdem Modelle, Ornamente und die Bildhauerarbeit des Hochbergischen Wappens. (Zeitschrift des Vereins für Gechichte und Alterthum Schlesiens, X. 137.)

Die Bücherei im Reichstagshause in Berlin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 7 bis 9 im Atlas.)

Der Bücherschatz des Deutschen Reichstags zählte bei seiner Uebersiedlung in das neuerbaute Haus nahezu 90000 Bände. Der Zuwachs ist ein verhältnifsmäfsig rascher; durch Anschaffungen, Zuwendungen und durch den Austausch der Parlamentsverhandlungen mit fast allen constitutionellen Staaten der Erde steigt die durchschnittliche jährliche Vermehrung auf etwa 5000 Bände. Der Umfang der neuen Büchereianlage ist so bemessen, dafs sie zur Aufnahme des eingebrachten Bestandes und einer Zunahme für die Dauer von etwa 45 Jahren genügt; sie fafst — 100 Bände auf 1 qm Gestell-Ansichtsfläche gerechnet — ungefähr 320000 Bände.



Abb. 1. Blick in den Bücherspeicher.

Die Lösung der Frage, ob und wie nach Ablauf jener Frist weiterer Aufstellungsplatz zu schaffen ist, konnte einer späteren Zeit um so unbesorgter überlassen bleiben, als nachträgliche räumliche Ausdehnungen des Büchereigebiets ohne Schwierigkeit ausführbar sein würden.

Mit Ausnahme einer kleineren Zahl von Werken, die im Lesesaal des Hauptgeschosses zu einer Handbibliothek vereinigt sind, wird der gesamte Bücherbestand in einem rund 46,50 m langen, 13 m tiefen, an der Nordseite des Hauses gelegenen Obergeschofssaale aufbewahrt, der als viergeschossiger Bücherspeicher ganz in Eisenconstruction ausgebaut ist. Die Raumanlage mufste sich in ihrer Ausbildung dem allgemeinen Grundrifs- und Façadensystem des Hauses einfügen. Hieraus ergaben sich Bedingungen, die für die Einrichtungen im einzelnen, für die Anordnung und Construction der Bücherstände und für die Art der Lichtzuführung von entscheidendem Einflufs waren.

Die **Planbildung** des Bücherspeichers zeigt der Grundrifs auf Blatt 7. Zunächst sind die Wandflächen des Raumes ringsum und in ganzer Höhe mit Büchergestellen besetzt, mit alleiniger Aussparung der Fenster- und Thüröffnungen. Der freie Innenraum nimmt in durchlaufender Flucht eine Reihe von 21 doppelseitigen, rd. 6,2 m langen Büchergestellen auf, zwischen denen die Aufgangstreppen zu den einzelnen Büchergeschossen vertheilt sind. Diese Gestellreihe wird nach der Fensterwand hin von einem etwa 1 m breiten Gange begrenzt, mit der anderen Stirnseite schliefst sie an einen grofsen Lichtschacht an, der den Raum in seiner ganzen Länge und Höhe und in einer Breite von ungefähr 5 m durchzieht (Abb. 1). Durch die Anordnung dieses mächtigen, freien, von Licht erfüllten Raumes, in dem sich der Hauptverkehr für sämtliche Büchergeschosse abspielt, und auf dessen Galerieen und Brücken alle Nebenabzweigungen der Laufgänge münden, hat Geheimrath **Wallot** für die Anlage eine aufserordentliche Uebersichtlichkeit des Betriebes und zugleich eine einheitliche, die ganze Raumausdehnung umfassende Gesamtwirkung erreicht. Den hierdurch und in gleicher Weise für die Beleuchtung gewonnenen Vortheilen gegenüber durften hinsichtlich der Raumausnutzung unter den vorliegenden besonderen Verhältnissen die erwünschten Zugeständnisse gemacht werden. Der Lichtschacht bietet auf seiner ganzen Grundfläche und auf den

oberen breiten Ueberbrückungen in genügender Zahl gut beleuchtete Plätze zur Aufstellung von Ablege- und Arbeitstischen.

Die einzelnen Abtheilungen der Bücherregale haben durchschnittlich 1 m lichte Breite. Die **Standtiefe** der einseitigen Wandgestelle wurde auf Grund von Formatmessungen zu 31 cm, die der freien Doppelgestelle zu 62 cm angenommen. Zur Aufnahme breiterer Werke wurde ein Theil der Wandstände auf 39 und 68 cm Tiefe eingerichtet, aufserdem werden zu diesem Zweck die Doppelgestelle in ihrer Gesammttiefe benutzt. Die **Achsweite** der Stände beträgt durchschnittlich 1,85 m; es bleibt also nach Abzug von 62 cm Standtiefe noch eine reichlich bemessene Gangbreite von rund 1,23 m. Die Höhe der Büchergeschosse (sieh Längenschnitt Blatt 7) ist soweit beschränkt, dafs die oberste Buchreihe ohne Trittstange und Handgriffe bequem zu erreichen ist. Das Höhenmafs wurde — von Fufsboden zu Fufsboden gerechnet — auf 2,30 m festgesetzt; dem untersten Geschofs wurde der Raumwirkung zu Liebe eine um 20 cm gröfsere Höhe gegeben. Die Geschofshöhe ist fast ganz zur Bücheraufstellung ausgenutzt; verloren geht nur ein Sockel von 10 cm und die Höhe der Sprosseneisen für den Glasfufsboden.

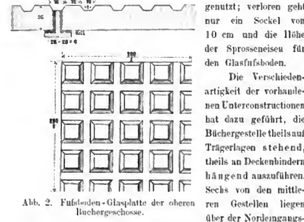


Abb. 2. Fufsboden-Glasplatte der oberen Büchergeschosse.

Die Verschiedenartigkeit der vorhandenen Unterconstructionen hat dazu geführt, die Büchergestelle theils auf Trägerlagen **stehend**, theils an Deckenbindern **hängend** auszuführen. Sechs von den mittleren Gestellen liegen über der Nordeingangshalle, auf deren weitgespanntes Gewölbe die Last gefüllter Bücherstände nicht übertragen werden durfte. Diese Gestelle sind an grofsen Parabelträgern, die im Dachraum, etwa 1 m über der Glasdecke des Bücherspeichers, verlegt sind, aufgehängt. Die übrigen Gestelle sind auf tragfähigen Unterstützungen stehend aufgebaut. Beide Constructionsarten sind auf Blatt 8 und in ihren Einzelausbildungen auf Blatt 9 gegenübergestellt.[1])

Die **Tagesbeleuchtung** des Bücherspeichers erfolgt hauptsächlich durch Oberlicht, das durch die Glasdecken des Lichtschachtes und der Zwischengänge einfällt. Die Beleuchtung erhält aber noch eine wesentliche Verstärkung durch das Seitenlicht der Frontfenster, und zwar gerade in einer Zone der unteren Geschosse, die vom Lichtschacht aus nur wenig Helligkeit empfangen kann. Dafs aber in keinem Theile des Bücherspeichers eine mangelhafte Beleuchtung auftritt, ist erst erreicht durch die **Herstellung aller Zwischenfufsböden aus Waffelglas**. Einzelne Stellen im Raume, z. B. die vor den Fensterpfeilern liegenden Strecken der Laufgänge, werden weder vom Lichtschacht, noch von den Fenstern her beleuchtet. Obwohl das Licht zu diesen Punkten, also nur in schmalen Gängen zwischen hohen Gestellen einfallen kann und ins untere Geschofs durch drei aufeinander folgende Glasfufsböden gehen mufs, herrscht auch hier infolge der grofsen Lichtdurchlässigkeit der Waffelglasplatten ein Grad von Helligkeit, der vollständig genügt, um auch bei bedecktem Himmel die feinsten Bücheraufschriften zu erkennen. Die Form der angewandten Waffelglasplatten zeigt Abb. 2. Die Platten sind zwar erheblich theurer als die sonst für Zwischenfufsböden von Bücherspeichern üblichen geschlitzten Gufseisenplatten (etwa 20 ℳ für 1 qm); ihre Vorzüge sind dafür aber auch sehr vielseitige: sie bestehen neben der gröfseren Lichtdurchlässigkeit, die übrigens auch die Aussparung der Kluftschlitze entbehrlich macht, in der leichteren Reinhaltung, sie gewähren die Möglichkeit, die einzelnen Geschosse gegen durchfallenden Staub dicht abzuschliefsen, sie bieten endlich mit ihrer Rohglasfläche und den Waffelkanten dem Fufse einen sehr angenehmen Halt, sodafs sie sich bequemer als die Eisenplatten begehen und ohne Bedenken selbst zu den Treppenstufen verwandt werden konnten. Bei dem Constructionsentwurf ist eine gleichmäfsige Plattentheilung vorgesehen; das Theilungselement ist die Waffelgröfse (hier 32 mm). — In der ersten Zeit nach der Fufsbodenverlegung wurde eine Anzahl zu scharf eingepafster Platten durch die Eisenbewegung gesprengt; dieser Uebelstand ist aber nach der Ergänzung durch neue mit breiteren Kittfugen eingesetzte Platten nicht wieder aufgetreten.[2])

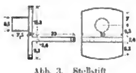


Abb. 3. Stellstift.

Durch eine Glühlichtanlage von 280 elektrischen einflammigen Pendellampen ist für die **Abendbeleuchtung** des Bücherspeichers gesorgt. Die Lichtleitungen sind frei auf Porcellanrollen an den Trägern und Sprossen der Eisenconstruction entlang geführt. Vor den einzelnen Gestellen und in den Gängen ist zwischen je zwei Standabtheilungen immer eine Lampe angeordnet; die Lichtquelle liegt daher nirgends über 1 m von den Bücherreihen entfernt, der umständliche Gebrauch von Tragelampen wird somit entbehrlich. Es würde zu einer grofsen Lichtvergeudung führen, wollte man für die Aufsuchung und Entnahme einzelner Werke den ganzen Raum erleuchten. Um nun mit möglichst geringem Lichtaufwand auszukommen, ist an der Zugangsthüre eine Schalt-

Obergeschofs.

a Auffanghülse.
b Fallrohr.
c Druck-(Steig-)rohr.
d Bajonettverschlufs für das Einführen der Patrone.
e Trittplatte für den Hauptsteig.

Hauptgeschofs.



Abb. 4. Luftdruckapparat zur Beförderung der Buch-Bestellzettel.

1) Als Vorbild für die Construction der hängenden Gestelle diente die Ausführung im Bücherspeicher des Kaiserlichen Patentamts in Berlin.

2) Ueber die Verwendung von Waffelglasplatten bei mehrgeschofsigen Bauten ohne Seitenlicht s. Revue générale de l'architecture". Serie IV. Vol XI. 1884.

einrichtung angeordnet, durch welche der eintretende Bibliothekar zunächst eine sparsame Beleuchtung des Lichtschachtes geschofsweise herbeiführen kann. Zehn Flammen geben in jedem der Geschosse genügend Licht, um den gesuchten Bücherstand aufzufinden. Die Glühlampen vor den einzelnen Standabtheilungen haben Hahnfassungen und werden dann an Ort und Stelle ein- und ausgeschaltet.

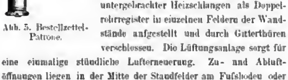


Abb. 5. Bestellzettel-Patrone.

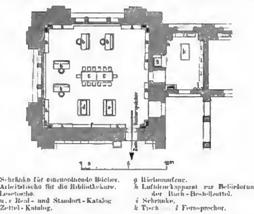
Die **Erwärmung** des Bücherspeichers geschieht durch Warmwasserheizung. Als Durchschnittswärme sind 16 Grad C. angenommen. Die Heizkörper sind mit Ausnahme mehrerer in den Fensterbrüstungen untergebrachter Heizschlangen als Doppelrohrregister in einzelnen Feldern der Wandstände aufgestellt und durch Gitterthüren verschlossen. Die Lüftungsanlage sorgt für eine einmalige stündliche Lufterneuerung. Zu- und Abluftöffnungen liegen in der Mitte der Standfelder am Fufsboden oder unter der Decke der einzelnen Geschosse.

Die **Buchbretter** sind aus schmalen, kiefernen, 23 mm starken Riemchen durch Verdübeln und Verleimen zusammengesetzt. Für die breiten Gestelle sind die Bretter auf Rahmen und Füllung gearbeitet und beiderseitig fournirt. Die Buchbretter ruhen auf messingnen Stellstiften der üblichen Form, die durch Drehung eine doppelte Höhenlage ermöglichen (Abb. 3). Die Löcher zur Aufnahme der Stifte sind 7 mm breit und mit 3 cm Mittelpunktabstand in die Flach- oder Winkeleisen der Gestellconstruction eingebohrt. Zwei hydraulische **Aufzüge** mit elektrischem Antrieb vermitteln die Beförderung der Bücher zwischen den einzelnen Büchergeschossen. In den Geschossen selbst, auch auf den Waffelglasböden der oberen Galerieen erfolgt die Beförderung gröfserer Büchermengen oder schwerer Werke durch **Bücherwagen** der bekannten Construction, deren Räder mit starken Gummistreifen belegt sind. Zur sicheren Aufbewahrung von Handschriften, besonders kostbaren Büchern und anderen dem Verschlufs unterworfenen Werken ist eine Reihe **eiserner Schränke** bestimmt. — Für die regelmäfsige Reinigung, die vorzugsweise im feuchten Aufwischen des Fufsbodens besteht, sind, in verschiedenen Höhen vertheilt, **Ausgüsse** mit Wasserzapfhähnen in vertieften, mit Marmorplatten ausgekleideten Nischen eingebaut. Alles Eisenwerk ist in einem grünen Tone gestrichen, welcher nach der Farbe abgestimmt ist, die das weifse Glas der Fufsbodenplatten, hochkantig gestellt, zeigt.



Abb. 7. Zettel-Katalog.

Bei der Aufstellung des Entwurfs und bei der Ausbildung der Einzeleinrichtungen hat als fachmännischer Beirath der Bibliothekar Eduard **Blömeke** mitgewirkt, der durch langjährige



a Schränke für einzuordnende Bücher. b Arbeitstische für die Bibliothekare. c Lesetische. d u. e Real- und Standort-Katalog. f Zettel-Katalog. g Bücheraufzug. h Luftdruckapparat zur Beförderung der Buch-Bestellzettel. i Schränke. k Tisch. l Fernsprecher.

Abb. 6. Arbeitsräume der Bibliothekverwaltung.

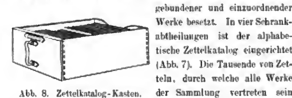
Thätigkeit mit den Verhältnissen der Reichstagsbücherei vertraut war. Die Constructionen und Berechnungen für den Eisenausbau sind aus gemeinsamer Thätigkeit der Regierungsbaumeister **Jeske** und **Rehbock** hervorgegangen. Die Ausführung der Eisenconstructionen war der Gutehoffnungshütte in Oberhausen übertragen, die Lieferung der Fufsbodenplatten der Glasfabrik von St. Gobain bei Aachen durch H. W. Röhlich in Berlin. Die Buchbretter fertigten Tischlermeister C. Trost, die Aufzüge C. Hoppe daselbst.

Die **Kosten** der Einrichtung des Bücherspeichers haben etwa 150000 ℳ betragen; hiervon kommen u. a. rund 80000 ℳ auf die Eisenconstructionen der Bücherstände, Galerieen und Decken, 10000 ℳ auf sechs Binderträger der hängenden Gestelle, 6000 ℳ auf Geländer, 20000 ℳ auf Waffelglasfufsboden und ungefähr ebensoviel auf Buchbretter.

Mit dem Bücherspeicher steht der **Katalog- und Verwaltungsraum** in unmittelbarer Verbindung, und unter diesem Raum liegt im Hauptgeschofs der Lesesaal mit der Handbücherei. An beide Räume schliefsen sich kleine Nebenzimmer, nach denen sich der Hauptbücheraufzug öffnet. Der Büchereibetrieb gestaltet sich etwa in folgender Weise: Für die im Lesesaal gewünschten Bücher werden von dem Oberbibliothekar Bestellzettel ausgefertigt, die durch den in Abb. 4 dargestellten, von der Firma Töpfer u. Schädel in Berlin construirten Luftdruckapparat zum Ober-

geschofs hinaufgeschickt werden. Die Zettel werden eingerollt in eine Patrone (Abb. 5) geschoben; die Patrone wird in dem Steigrohr durch einmaliges Niedertreten eines Blasebalges emporgetrieben, im Obergeschofs in einer konischen Hülse aufgefangen, dann entleert und durch das Fallrohr wieder zur Aufgabestelle hinabgesandt. Die auf dem Zettel verzeichneten Bücher werden nun nach Anweisung der im Katalograum beschäftigten Bibliothekare aus dem Bücherspeicher entnommen und gelangen durch den Bücheraufzug in den Lesesaal. Es können auch Bücherbestellungen von anderen Punkten des Hauses, z. B. vom Hauptsitzungssaal oder von einzelnen Ausschufs-Sitzungssälen aus, durch Fernsprechverbindungen aufgegeben werden, die im Nebenzimmer des Katalograumes münden. Der Katalograum (Abb. 6) ist an den Wandflächen mit Schränken für die Aufnahme ungebundener und einzuordnender Werke besetzt. In vier Schrankabtheilungen ist der alphabetische Zettelkatalog eingerichtet (Abb. 7). Die Tausende von Zetteln, durch welche alle Werke der Sammlung vertreten sein müssen, werden in leichten offenen Holzschubkästen (Abb. 8) aufbewahrt; das Stirnbrett jedes Kästchens ist mit kräftigem Handgriff beschlagen und trägt ein Messingrähmchen zum Einschieben der Aufschriften. Frei im Raum stehen der Real- und Standortkatalog (s. Abb. 6), aufserdem Arbeitstische für die Bibliothekare und ein gröfserer Lesetisch für Besucher, welche zum Kreise der berechtigten Benutzer nicht gehören, denen aber die besondere Erlaubnifs zur Benutzung der Reichstagsbibliothek ertheilt worden ist. Der im Hauptgeschofs liegende Lesesaal für die Mitglieder des Bundesraths und des Reichstages, ein geviertförmiger Raum von 13 m Seite, nimmt in seiner Holzarchitektur die zweigeschossigen Regale für die Handbücherei auf. Sie enthält rund 4000 Bände der am meisten gebrauchten Bücher, die Reichstagsverhandlungen, Gesetzbücher, Statistiken und die sonst unentbehrlichen Hand- und Nachschlagewerke aus allen Wissenschaften. Die Wünsche der Leser werden hier in unmittelbarem Verkehr mit dem hier anwesenden Oberbibliothekar schnell und bequem erfüllt. Eine breite Wendeltreppe führt zu der umlaufenden Galerie. Um Gangbreite von den Wandgestellen entfernt, begleiten dieselben tischartige, ganz mit Fächern ausgebaute Schranken, auf denen die neu erschienenen wissenschaftlichen Zeitschriften ausgelegt werden. Die Mittelfläche des Raumes ist mit 16 reihenweise aufgestellten Einzellesetischen ausgestattet. Für das Lesen der Tageszeitungen ist, ganz getrennt von der Büchereianlage, ein besonderer grofser Zeitungslesesaal in einem der belebteren Theile des Hauses eingerichtet. Hier liegen in offnen Wandschränken eingeordnet die Erscheinungen der Tagespresse in reichster Auswahl zur Einsicht bereit.

P. Wittig.


Abb. 8. Zettelkatalog-Kasten.

Der Umbau der Elbingbrücke bei Elbing.

(Mit Abbildungen auf Blatt 10 im Atlas.)

Der Elbingflufs durchschneidet die zweigleisige Bahnstrecke Dirschau-Königsberg etwa 2 km vor der Station Elbing und wird durch eine Brücke mit fünf Oeffnungen von zusammen 73 m Lichtweite zwischen den Landpfeilern überbrückt (vgl. den Lageplan Abb. 1 Bl. 10). Sowohl ein Theil des eisernen Ueberbaues als auch des steinernen Unterbaues mufste erneuert werden. Der Umbau fiel in die Jahre 1895 und 1896 und wurde unter Aufrechterhaltung des Betriebes bewirkt. Da solche Arbeiten immer mit Schwierigkeiten verknüpft sind, so dürfte eine kurze Beschreibung der vorgenommenen Bauarbeiten an der Hand einiger Abbildungen nicht ohne Interesse sein.

Die eisernen Ueberbauten (Parallelfachwerkträger) für das südliche Gleis Dirschau-Elbing-Königsberg waren in gutem Zustande. Dagegen genügten die als engmaschige Gitterträger ausgeführten fünf eisernen Ueberbauten für das ältere, in den Jahren 1853/54 dem Betriebe übergebene Gleis Königsberg-Elbing-Dirschau wegen der mangelhaften Anordnung der Zwischenconstruction, die sich als nicht verbesserungsfähig erwies, den Anforderungen an die Sicherheit nicht mehr, sodafs eine Beseitigung dieser veralteten Ueberbauten nothwendig wurde. Ein weiterer Grund für den Umbau der Elbingbrücke war die Beschaffenheit des steinernen Unterbaues. In den aus Granitfindlingen aufgeführten Landpfeilern hatte sich der Mörtel in den Schichten über Hochwasser bis tief in das Mauerwerk hinein vollständig zersetzt und erdige Beschaffenheit angenommen. Den Granitblöcken fehlte somit der Zusammenhang. Infolge dessen war das Mauerwerk in ständiger Bewegung und konnte den erhöhten Anforderungen an die Standsicherheit auf die Dauer nicht mehr genügen. In den Schichten zwischen Hoch- und Niedrigwasser war der Mörtel eine schlammartige Masse geworden, völlig ausgelaugt und zum Theil völlig ausgespült, sodafs klaffende Fugen sich gebildet hatten und die Hohlräume tief in das Innere eingriffen. Der Sockel zeigte dieselbe Beschaffenheit. Das aus Granitfindlingen bestehende Grundmauerwerk erwies sich dagegen noch unversehrt, desgleichen die dasselbe einschliefsende 24 cm starke Spundwand. Die Strompfeiler, die im unteren Theil ebenfalls aus Feldsteinmauerwerk, im oberen hochwasserfreien Theil aus Ziegelmauerwerk hergestellt waren, zeigten zwar bei der Untersuchung eine ähnliche Beschaffenheit wie die Landpfeiler, wurden aber in noch ausbesserungsfähigem Zustande vorgefunden. Hiernach war ein Umbau der Elbingbrücke nicht länger hinauszuschieben. Der gesteigerte Verkehr, die raschere Zugfolge, die Einführung schwererer Maschinen und die Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit forderten die Beseitigung der veralteten und mit Rücksicht auf die Inanspruchnahme ungünstig gebauten Gitterträger, sowie die Erneuerung eines Mauerwerks, das bei der erwähnten Bauart und Beschaffenheit den Erschütterungen der schnell fahrenden Züge nicht länger Widerstand zu leisten vermochte.

Noch ein Umstand ist zu erwähnen, der den Umbau der Elbingbrücke schon seit lange wünschenswerth erscheinen liefs und für die Wahl der neuen Ueberbauten entscheidend geworden ist. Bei Erbauung der Brücke war der Elbingflufs oberhalb der Stadt Elbing nicht schiffbar. Sämtliche Pfeiler wurden daher ohne Rücksicht auf die Anforderungen der Schiffahrt rechtwinklig zur Bahnachse angelegt, sodafs sie einen spitzen

Winkel zum Stromstrich bilden. Erst nach Erbauung des im Jahre 1860 eröffneten oberländischen Canals, durch den das ganze südlich von Elbing belegene Hinterland aufgeschlossen wurde, machte man den oberen Lauf des Elbingflusses schiffbar, und von diesem Zeitpunkte ab machte sich auch die ungünstige Lage der Strompfeiler zum Stromstrich fühlbar. Um nun den von der Stromverwaltung, den Schiffern und Handelskammern der hauptsächlich in Betracht kommenden Städte Elbing, Danzig und Königsberg lang gehegten und berechtigten Wunsch nach einer bequemeren und breiteren Durchfahrt zwischen den Strompfeilern der Brücke zu erfüllen, wurde gleichzeitig mit dem Umbau die Beseitigung des Pfeilers III (Abb. 1 Bl. 10) und somit die Erweiterung der bestehenden Schiffahrtsöffnung auf das doppelte beschlossen. Dies bedingte sowohl im nördlichen als auch im südlichen Gleise zwischen den Pfeilern II und IV die Herstellung je eines neuen eisernen Ueberbaues von 28,8 m Stützweite mit gemeinschaftlichem Mittelträger. Die hierbei in dem südlichen Gleise Dirschau-Elbing-Königsberg gewonnenen, noch brauchbaren zwei Parallelfachwerkträger konnten als Ersatz für die beiden Gitterträger zwischen den Pfeilern IV und VI auf der Nordseite verwandt werden, sodafs nur noch ein Blechträger von 13,75 m Stützweite für den letzten auszuwechselnden Gitterträger zwischen den Pfeilern I und II neu zu beschaffen war.

Vor Inangriffnahme des Umbaues der Elbingbrücke, der ohne Störung des Betriebes stattzufinden hatte, mufsten die Mafsnahmen zur Sicherung des Betriebes mit Rücksicht auf die Oertlichkeit getroffen werden. Die Elbingbrücke liegt zwischen dem Bahnhof Elbing und der Abzweigung der Linie Elbing-Miswalde von der Hauptbahn, 2 km vom Bahnhof und 1,2 km von der Abzweigung (*Amd*) entfernt. Auf beiden Stellen befinden sich umfangreiche Signal- und Weichensicherungen, die unberührt gelassen wurden. Des Umbaues wegen mafste die Brücke längere Zeit eingleisig befahren werden. Um nun nicht die ganze Strecke zwischen den beiden, der Brücke zunächst belegenen Stationen Elbing und Grunau in Mitleidenschaft zu ziehen, wurde die Eingleisigkeit nur auf der Brücke selbst hergestellt durch Vermittlung zweier Weichen, wie Abb. 1 Bl. 10 zeigt. Gedeckt wurde die eingleisige Strecke auf der Elbingbrücke gegen die Fahrt von Dirschau durch das einarmige Abschlufssignal *A* mit Vorsignal, von Königsberg durch das einarmige Abschlufssignal *B* mit Vorsignal. Beide Vorsignale waren nur 300 m von den entsprechenden Abschlufssignalen aufgestellt, weil die Strecke auf beiden Seiten nach der Elbingbrücke mit 1:160 ansteigt.

In der Weichenstellerbude 27 (Lageplan Abb. 1 Bl. 10) befand sich das Weichenverrieglungs- und Stellwerk mit zwei Signalhebeln und einem Weichenverrieglungshebel. Zwischen beiden Gleisen vor der Bude 27 war der Stellhebel für die entfernter liegende Weiche 1 angeordnet, deren Stellung vermittelst einer Drahtleitung erfolgte. Weiche 2 wurde von Hand bedient. Erst nach Stellung der Weichen der Fahrtrichtung entsprechend und darauf folgender Verrieglung derselben mittels des in Bude 27 befindlichen Verrieglungshebels konnte nach vorausgegangener Bedienung des Schiebers Fahrt durch den Signalhebel gegeben werden, der zugleich das Vorsignal stellte. Die Handhabungstabelle des Weichenverrieglungs- und Stellwerks und die Verschlufstabelle sind auf Blatt 10 dargestellt. Die Signale schlossen sich aus derart, dafs wenn das eine Signal auf Fahrt stand, das andere durch Abhängigkeit im Apparat auf Halt verriegelt war. Bedient wurde der Apparat sowie die Weichen durch zwei Weichensteller, von denen der eine Tag-, der andere Nachtdienst versah. Jedem war ein Hülfsweichensteller beigegeben, dem die Unterhaltung der Weichen und die Beleuchtung der Signale oblag.

Während des Brückenbaues war in Bude 27 ein Schreibsprecher aufgestellt zur Verbindung mit Station Elbing. Ein in der Nähe dieser Bude befindliches Läutewerk machte die Signalisirung der Züge von Elbing und Miswalde hörbar. Ferner war angeordnet, dafs sämtliche Züge beider Richtungen zur Zeit der Sperrung je eines Gleises vor den Signalen *A* und *B* halten sollten. Nach Freigabe der Fahrt war die Brücke langsam zu befahren.

Umbau der Strompfeiler. Neubau der Landpfeiler.

Die Ausbesserungsarbeiten an den Strompfeilern bezweckten Ergänzung und theilweise Erneuerung des Ziegelmauerwerks sowie Cementausspritzungen der Fugen des Feldsteinmauerwerks über und unter Wasser im Schutze von Fangedämmen bezw. Spundwänden, die um die Pfeiler gerammt waren. Alle diese Arbeiten konnten ohne Rücksicht auf den Betrieb, zum Theil gleichzeitig mit dem Neubau der Landpfeiler vorgenommen werden und boten keine besonderen Schwierigkeiten.

Der Neubau der Landpfeiler war in der aus den Abb. 4 bis 8 Bl. 10 ersichtlichen Weise geplant. Es sollte vor denselben auf die alte vorhandene Spundwand im Schutze eines Fangedammes ein durch vier Streben abgesteiftes Holzjoch aufgesetzt und hinter den Landpfeilern eine Pfahlwand eingerammt werden zur Auflagerung verdübelter Balkenträger. Diese sollten die eisernen Ueberbauten der Endöffnungen und das Gleis auf etwa 8 m tragen, um darunter den Damm abgraben zu können behufs Gewinnung des nöthigen Arbeitsraumes zum Abbruch und Wiederaufbau der Landpfeiler.

Diese Arbeiten kamen in nachstehender Reihenfolge zur Ausführung:

1. Sperrung des Gleises Königsberg-Elbing-Dirschau auf der Brücke. Aufstellung der Holzgerüste um die Landpfeiler zum Zwecke des Abbruchs derselben. Auflagerung des Endgitterträgers auf das Holzgerüst, Gleisverlegung auf demselben und Wiederinbetriebnahme des Gleises Königsberg-Elbing-Dirschau.

2. Sperrung des anderen Gleises Dirschau-Elbing-Königsberg. Vollständiger Abbruch der Landpfeiler im Schutze der Holzgerüste unter dem im Betriebe befindlichen Gleise und ohne besondere Vorkehrungen unter dem gesperrten Gleise. Neubau der Landpfeiler und vollständige Fertigstellung derselben, zunächst unter dem gesperrten Gleise Dirschau-Elbing-Königsberg. Wiederinbetriebnahme dieses Gleises.

3. Nochmalige Sperrung des Gleises Königsberg-Elbing-Dirschau. Entfernung der hölzernen Träger, um die Landpfeiler unter diesem Gleise vollenden zu können. Dauernde Inbetriebnahme beider Gleise.

Bauausführung. Zu 1. Nach Beendigung der vorbereitenden Arbeiten, die in Aufstellung der Signalanlagen und im Rammen der Spundwände um die beiden Landpfeiler bestanden, wurde am 16. August 1895 das Gleis Königsberg-Elbing-Dirschau auf der Brücke gesperrt, nachdem unmittelbar vorher während einer dreistündigen Zugpause dieses Gleis auf beiden Seiten der Brücke abgebunden, gegen das andere Gleis Dirschau-

Elbing-Königsberg geschwenkt und vermittelst der schon einige Tage vorher eingelegten Weichen 1 und 2 mit diesem verbunden war. (Abb. 1 Bl. 10.) Hierauf wurde zunächst mit dem Rammen der Pfähle *a*, *b*, *c* der hinteren Pfahlwand (Abb. 4 bis 6 Bl. 10), sowie der Stützpfähle *d* und *e* für das vordere Holzjoch (Abb. 6 und 8 Bl. 10) begonnen. Die Pfähle *a*, *b*, *c* waren 1,75 m unter Schienenoberkante abzuschneiden. Zu diesem Zweck mufste eine dieser Höhe entsprechende Abgrabung vorgenommen werden, die das Einrammen einer 3,5 m hohen Spundwand zum Schutze des im Betriebe befindlichen Gleises erforderlich machte (Abb. 5 bis 7 Bl. 10). Die Abstützung wurde zunächst durch zwei starke Rundhölzer bewirkt. Als die Pfähle *a*, *b*, *c* nicht mehr zogen, wurden sie in der vorerwähnten Höhe abgeschnitten und mit Zapfen versehen. Dann folgte das Aufbringen des Holmes *x* auf die Pfahlwand. (Abb. 4 und 7 Bl. 10.)

Gleichzeitig mit dieser Arbeit wurde die inzwischen durch Spundwände und Fangedämme gesicherte Baugrube um jeden der beiden Landpfeiler ausgeschöpft, der Kopf der alten 24 cm breiten Spundwand freigelegt, sauber zugerichtet und mit einer Grundschwelle *g* versehen (Abb. 4 und 6 Bl. 10), auf der das aus 13 Ständern mit Holm bestehende Holzjoch Aufstellung fand. Diese Arbeit wurde an beiden Landpfeilern zugleich ausgeführt. Die Abstützung des Holzjoches konnte zunächst nur auf der einen Seite, nämlich an den beiden Stützpfählen *d* und *e* erfolgen (Abb. 8 Bl. 10), weil das Einrammen der übrigen zwei Stützpfähle unter dem im Betriebe befindlichen Gleise nicht angängig war. Drei Zangenpaare verbanden Schrägsteife und Stützpfahl mit dem entsprechenden Ständer des Holzjoches. Ueberdies wurden je sieben Ständer durch ein sich kreuzendes Zangenpaar gegen seitliche Verschiebung gesichert. (Abb. 8 Bl. 10.) Einer besonderen Sicherung bedurfte die auf der alten Spundwand aufgelagerte Grundschwelle *g* gegen Kanten, wie dies in Abb. 8 Bl. 10 angedeutet ist. Die beiden mit Klauen versehenen Stempel *y* und *z*, die zunächst neben den Stützpfählen *d* und *e* angebracht wurden, verhinderten ein Kanten nach vorn, während zwischen Grundschwelle und Mauerwerk eingeklemmte Klötze ein Rückwärtskanten unmöglich machten. Klammern verbanden die Grundschwelle mit dem Fufs der Ständer, und lange, bis in die alte Spundwand eingetriebene Nägel verhinderten ein Abheben von der Grundschwelle.

Neben den vorbeschriebenen Arbeiten wurde an beiden Landpfeilern der Abbruch des dem gesperrten Gleise zunächst gelegenen Flügels betrieben. Derselbe wurde im Schutze einer Absteifung (Abb. 5 bis 7 Bl. 10) bis zum Grundmauerwerk freigegraben, aber nur bis zur zweiten Schichthöhe über dem ersten Grundmauerabsatz abgebrochen, weil das darunter liegende Mauerwerk von oben und von den Seiten aus noch ausbesserungsfähig war. Die Flügelverstärkung erfolgte auf 2,4 m, und zwar im unteren Theile aus Feldsteinen, im oberen aus Ziegelmauerwerk, das bis unter den Holm der Pfahlwand *a*, *b*, *c* sofort hochgeführt und gegen das noch nicht abgebrochene Landpfeilermauerwerk abgetreppt wurde. Nach zwei Tagen wurde die Baugrube um den Flügel in Lagen wieder verfüllt und die Erde festgestampft. Nunmehr wurde das Mauerwerk zwischen den Auflagerquadern I und II (Abb. 7 Bl. 10) abgebrochen und zwar bis unter den Holm *h* des Holzjoches. Hierdurch war die Möglichkeit gegeben, die verdübelten Träger der Reihe nach auf die Pfahlwand und das Holzjoch aufzulagern. Die fraglichen Träger waren bereits beim Beginn der Arbeiten auf Eisenbahnwagen nach der Brücke gebracht und seitlich vom gesperrten Gleise zwischen Bude 27 und Weiche 2, bezw. zwischen dem Landpfeiler I und Weiche 1 abgeladen worden. Die beiden Träger 3 und 4 wurden zuerst aufgezogen und aufgekämmt. (Abb. 7 Bl. 10.) Um die übrigen auflagern zu können, mufsten zuvor die Auflagerquader I und II beseitigt und die Träger-Enden einstweilig unterstützt werden. Zu diesem Zweck wurden kleine Stockwinden auf die verdübelten Balken 3 und 4 aufgesetzt und soweit hochgeschraubt, dafs sie den ersten Querträger fafsten. Hierdurch gewann man für die Eisenconstruction Stützpunkte, die aufserhalb der Schwerlinie nach der Seite des Auflagers I lagen und die Beseitigung dieses Stützpunktes durch Entfernung des Auflagersteins ermöglichten. Zur Lockerung desselben mufste der Gitterträger durch Anziehung der Stockwinden etwas angehoben werden. Dies erfolgte gleichmäfsig unter gleichzeitigem Antreiben von Keilen unter der Gurtung des Auflagers II. Nachdem auf diese Weise das eine Träger-Ende von dem Auflagerquader I abgehoben war, konnte letzterer gelockert, vorgetrieben und bei Seite geschafft werden. Hierauf wurden die verdübelten Balken 1 und 2 eingezogen (Abb. 5 und 7 Bl. 10) und das freischwebende Ende des Gitterträgers einstweilig unterklotzt.

Die Weiterarbeit machte nun zunächst die Beseitigung der einen Spundwandsteife *f* erforderlich (Abb. 7 Bl. 10), weil diese die Auflagerebene der übrigen verdübelten Holzträger durchschnitt. Wie aus der Abbildung ersichtlich, wurde eine Eisenbahnschiene über der Holzzange quer vor die Spundbohlen gelegt. Dann wurden zwei in Klauen endigende und den Schienenfufs umspannende Anker (Abb. 5 Bl. 10) unter dem im Betriebe befindlichen Gleise sowie durch die Flügelstirnmauer durchgeführt und der Druck auf diese durch breite Gufseisenplatten vermittelt. Hierauf konnte die Steife *f* entfernt und das Trägerpaar 5 und 6 aufgelagert werden. Nunmehr wurden wiederum die Stockwinden auf die bereits verlegten verdübelten Holzträger aufgesetzt und der Gitterträger unter dem ersten Querträger so weit in die Höhe gewunden, dafs die Loslösung des Quaders II erfolgen konnte. (Abb. 7 Bl. 10.) Nach Beseitigung desselben wurden die Träger 7 und 8 dicht neben dem Auflagerquader III des befahrenen Ueberbaues verlegt.

Die Beseitigung des Auflagerquaders II war mit Schwierigkeiten verknüpft. Die Ablösung desselben zog das unterhalb liegende Bruchsteinmauerwerk in Mitleidenschaft, das aus grofsen Granitfindlingen bestand, die tief unter den Quader III des im Betriebe befindlichen Gleises Dirschau-Elbing-Königsberg einbanden. Die Arbeit mufste daher in einer Zugpause mit grofser Vorsicht und unter Anspannung aller Kräfte ausgeführt und das unter dem Quader III losgelöste Mauerwerk durch Ziegelmauerwerk in Cement ersetzt werden, bevor ein Zug wieder die Brücke befahren durfte.

Hiermit war die gröfste Arbeit gethan, und es folgte nun die Auflagerung des Holmes *q* von der Wasserseite aus (Abb. 4 Bl. 10), sowie die Senkung des Gitterträgers auf denselben vermittelst der den Querträger noch stützenden Stockwinden, endlich die Unterstützung der Enden des Gitterträgers durch die Balken *o* und *p* (Abb. 4 Bl. 10), die von der Landseite aus über die verdübelten Holzträger gerollt wurden. Auf diese wurden die Balken *o*, *p*, *q* nicht aufgekämmt, sondern nur durch Laschen gegen Verschiebungen gesichert. Dasselbe fand bei den Balkenlagen der Fahrbahntafel statt, deren Anordnung aus den

Abb. 4 und 5 Bl. 10 ersichtlich ist. Den Abschlufs gegen das Erdreich bildete eine vor die Köpfe der verdübelten Träger eingerammte Holzwand.

Am 21. September 1895 war das Gleis Königsberg-Elbing-Dirschau, das an den Landpfeilern den aus Abb. 4 bis 6 Bl. 10 ersichtlichen Unterbau erhalten hatte, so weit fertig, dafs es dem Betriebe wieder übergeben werden konnte. Zuvor war jedoch eine Prüfung der Standsicherheit des auf der alten Spundwand aufgesetzten Holzjoches, sowie der eingerammten Pfahlwand *a*, *b*, *c* unerläfslich. Zu diesem Zwecke wurden an dem vorgenannten Tage in einer Zugpause die auf beiden Seiten der Brücke abgelösten Enden des Gleises Königsberg-Elbing-Dirschau wieder geschlossen, und hierauf sofert die Belastungsproben unter Verwendung einer voll beladenen schweren Güterzugmaschine vorgenommen. Zunächst wurde die Pfahlwand, dann das Holzjoch längere Zeit dem Achsendrucke der Maschine ausgesetzt. An beiden Stellen ergaben sich Senkungen, die jedoch nicht auf ein Nachgeben der eingerammten Pfähle und der alten Spundwand zurückzuführen waren, sondern vom Einfressen der Pfahl- bezw. Ständerzapfen in die aufliegenden Holme herrührten, somit bedeutungslos waren. Nunmehr wurde zuerst langsam, dann immer schneller das einstweilige Holzgerüst befahren, wobei weitere bleibende Senkungen an der Pfahlwand *a*, *b*, *c*, sowie dem Holzjoch nicht beobachtet wurden. Es konnte somit im unmittelbaren Anschlufs an die Zugpause, und nachdem die Maschine wieder auf dem Bahnhof Elbing angelangt war, das Gleis Königsberg-Elbing-Dirschau auf der Brücke dem Betriebe wieder übergeben werden.

Während der nun folgenden dreitägigen Dauer des wieder aufgenommenen zweigleisigen Betriebes wurden die Weichen 1 und 2 in Zugpausen herausgenommen und — ebenfalls in Zugpausen — in die aus Abb. 1 Bl. 10 ersichtliche punktirte Lage gebracht unter entsprechender Abänderung der Leitungen.

Zu 2. Die Sperrung des anderen Gleises Dirschau-Elbing-Königsberg erfolgte am 25. September 1895. Während dieses Bauabschnittes beschränkte sich die Arbeit auf den Abbruch der Landpfeiler, der nunmehr im vollen Umfang ohne jegliche Behinderung unter beiden Gleisen vor sich gehen konnte, sowie auf den Wiederaufbau. Zur Beschleunigung der Abbrucharbeiten wurde in Tag- und Nachtschichten gearbeitet. Die beiden Baustellen auf dem rechten und linken Ufer des Elbingflusses wurden durch vier Bogenlampen erleuchtet. (Abb. 1 Bl. 10.) Eine fahrbare, auf einem Eisenbahnwagen aufgestellte Dynamomaschine war als Krafterzeuger auf einem Nebengleise der Neustädter Fähre — Verbindungsgleise des Bahnhofes mit dem Elbingflufs — aufgestellt worden. Bei der Tageshelle, die das elektrische Licht verbreitete, ging auch die Nachtarbeit rasch vorwärts. Die mit Brechstangen losgelösten Granitblöcke wurden durch Menschenkraft auf untergelegten Schleifen bis zum Böschungsfufs geschafft und dann durch Pferde auf den Lagerplatz gezogen, wo die besten Stücke ausgesucht und als Verblender für den unteren, zwischen Niedrig- und Hochwasser belegenen Theil der wieder aufzubauenden Landpfeiler hergerichtet wurden. Nach Vollendung der Abbruchs- und Räumungsarbeiten wurde mit der Abgleichung des Grundmauerwerks bezw. der stehengebliebenen untersten Schichten des aufgehenden Flügelmauerwerks begonnen.

Vor Beginn der Wiederaufmauerung der Landpfeiler wurden die Fugen der Oberfläche des stehengebliebenen Mauerwerks sowie die Seitenflächen, soweit solche erreichbar waren, ausgekratzt und dann unter 1,5 bis 2 Atmosphären Druck mit Cement ausgespritzt. Die verwandte Cementspritze stammt aus der Pumpenfabrik von A. Wolfsholz in Elberfeld. Sie besteht aus einem schmiedeeisernen Luftkessel mit zugehöriger Druckluftpumpe nebst Schwungrad und Manometer und einem besonderen Cementkessel. (Text-Abbild. 1.) In letzteren wird durch einen Trichter *a* der flüssige Cement eingefüllt, dann durch ein im Kessel-Inneren angebrachtes und mittels einer Kurbel zu bewegendes Rührwerk innig vermischt, um ein frühzeitiges Erstarren an den Kesselwänden zu verhüten. Ein vom Boden des Cementkessels abgehender und in ein kupfernes konisches Stahlrohr ausmündender Gummischlauch von 5 m Länge und 40 mm Durchmesser dient zur Einführung in die auszuspritzenden Höhlungen des Mauerwerks. Ein zweiter Gummischlauch von 13 mm Durchmesser verbindet beide Kessel. Gearbeitet wurde mit der Cementspritze in folgender Weise: Der Apparat fand zunächst am Orte der Verwendung zweckentsprechende Aufstellung. Die Ventile *b* und *c* sowie der Füllhahn *d* wurden geschlossen. Hierauf wurde der Cement in Kübeln angerührt, bis er die nöthige Beschaffenheit erlangt hatte, dann der Füllhahn *d* des Cementkessels geöffnet und die Masse in den Trichter eingefüllt unter ständiger Bewegung der Kurbel der Rührvorrichtung. Ein im Trichter angebrachtes engmaschiges Sieb verhinderte das Eindringen von nicht vollständig aufgelöstem Cement. Inzwischen war im Luftkessel ein durch das Manometer prüfbarer Ueberdruck von 1,5 bis 2 Atmosphären erzeugt worden. Nach Einführen des Stahlrohres in die zu füllende und rings herum gedichtete Fuge wurden die Ventile *b* und *c* geöffnet, der Füllhahn *d* geschlossen. Durch den Verbindungsschlauch strömte nun die Druckluft aus dem Luft- in den Cementkessel, trieb den flüssigen Cement durch den Schlauch in das Ansatzrohr und durch dieses in die Fugen. Auf die vorbeschriebene Weise wurde das blofsgelegte Grundmauerwerk der Landpfeiler und Flügel in den offenen Fugen mit Cement gefüllt und die Oberfläche desselben gedichtet und abgeglichen. Hierauf erfolgte der Wiederaufbau der Landpfeiler in Ziegelmauerwerk mit Werksteinverblendung zwischen Niedrig- und Hochwasser. Die Landpfeiler unter dem gesperrten Gleis Dirschau-Elbing-Königsberg waren bereits im October soweit fertiggestellt, dafs dieses Gleis am 23. October 1895 endgültig dem Betriebe übergeben werden konnte.

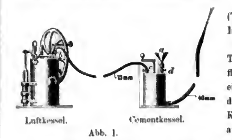


Abb. 1.

Zu 3. Nachdem die Maurerarbeiten auch auf der nördlichen Hälfte bis unter die das Gleis Königsberg-Elbing-Dirschau tragenden Holzträger vorgeschritten waren, mufste am 24. October 1895 nochmals dieses Gleis gesperrt, die Weichen- und Signalanlage dementsprechend umgeändert und der eingleisige Betrieb für kurze Zeit auf der Brücke wieder aufgenommen werden. Während derselben wurde zunächst die hölzerne Fahrbahntafel über den verdübelten Holzträgern entfernt. Hierauf wurde der Gitterträger durch Keile etwas angehoben und der Unterzug *o* (Abb. 4 Bl. 10) nach der Landseite, *q* nach der

Wasserseite zu entfernt. Der Unterzug p wurde in die Lage von q vorgetrieben, um den ersten Querträger soweit freizulegen, dafs auf den verdübelten Holzträgern 6 und 3 (Abb. 5 Bl. 10) Stockwinden untergesetzt werden konnten. Vermittelst dieser wurde der Gitterträger in die Höhe gewunden und auf den Trägern 3, 4, 5 und 6 unterklotzt. Dann wurde auch der Unterzug p beseitigt. Nunmehr konnten zunächst die verdübelten Träger 1 und 2 sowie 7 und 8 entfernt, die Auflagerquader verlegt und der eiserne Ueberbau auf diese aufgelagert werden. Nach Entfernung der Stockwinden und Beseitigung der mittleren Holzträger 3, 4, 5 und 6 wurde das Mauerwerk der Landpfeiler fertiggestellt. Am 2. November 1895 wurde der zweigleisige Betrieb dauernd wieder aufgenommen.

Die Wiederherstellungsarbeiten des gesamten steinernen Unterbaues der Elbingbrücke wurden noch im Jahre 1895 vor Eintritt des Winters beendet. Die Bauzeit dauerte $3^1/_2$ Monate.

Auswechslung und theilweise Erneuerung der Ueberbauten. Abbruch des Strompfeilers III.

Die Auswechslung und theilweise Erneuerung der eisernen Ueberbauten wurde im Frühjahr 1896 begonnen und gelangte nach Beendigung der vorbereitenden Arbeiten unter Aufrechterhaltung des Betriebes in nachstehender Reihenfolge zur Ausführung:

1. Sperrung des nördlichen Gleises Königsberg-Elbing-Dirschau auf der Brücke. Entfernung der 3 ersten Gitterträger zwischen den Pfeilern I bis IV, Verlegung der Auflagerquader auf den Pfeilern II und IV für den Aufsen- und Mittelträger des nördlichen, zwei Oeffnungen überspannenden neuen Ueberbaues, Aufstellung desselben sowie des neuen Blechträgers über der ersten Oeffnung des nördlichen Gleises und Wiederinbetriebnahme des letzteren.

2. Sperrung des südlichen Gleises Dirschau-Elbing-Königsberg auf der Brücke. Abnahme der beiden noch brauchbaren, wegen Abbruchs des Strompfeilers III auszuwechselnden Fachwerkträger der zweiten und dritten Oeffnung, Beiseiteschaffen zur Wiederverwendung, Fertigstellen des neuen Ueberbaues im südlichen Gleis zwischen den Pfeilern II und IV und endgültige Inbetriebnahme des südlichen Gleises.

3. Nochmalige Sperrung des nördlichen Gleises Königsberg-Elbing-Dirschau auf der Brücke behufs Entfernung der beiden alten Gitterträger zwischen den Pfeilern IV und VI und Auswechslung gegen die unter 2 erwähnten, auf der Südseite gewonnenen Fachwerkträger. Endgültige Inbetriebnahme des nördlichen Gleises und damit dauernde Eröffnung des zweigleisigen Betriebes.

Die Bauausführung erforderte wiederum die aus Abb. 1 Bl. 10 ersichtlichen und oben beschriebenen Sicherheitsvorkehrungen für den Betrieb. Die weiteren vorbereitenden Arbeiten bestanden in der Aufstellung von Holzgerüsten zur Abnahme der alten und Aufstellung der neuen eisernen Ueberbauten, in Beschaffung der Auflagerquader für die neuen Ueberbauten, Pachtung von Lagerplätzen usw. und Inbetriebnahme einer einstweiligen Fähre an Stelle eines seitlich der Gitterträger ausgekragten Fufssteges, der beseitigt werden mufste.

Bauausführung. Zu 1. Die Sperrung des nördlichen Gleises Königsberg-Elbing-Dirschau erfolgte am 2. Juni 1896. Unmittelbar darauf wurde der westlich belegene erste Gitterträger vom Oberbau entkleidet. Dann wurden die Querträger und die auf der unteren Seite angebrachten Diagonalverstrebungen entnietet und, nach Absteifung der Hauptträger gegen Umkippen, auf dem Bohlenbelage des Gerüstes bis zum nächsten Ueberbau auf untergelegten Walzen gerollt, hier mittels eines an hohem Bock angebrachten Differentialflaschenzuges bis zur Gleishöhe des anschliefsenden Ueberbaues gehoben, dort auf kleine auseinandernehmbare zweiachsige Förderwagen aufgeladen, über die Brücke bis zur Entladestelle S geschafft (Abb. 1 Bl. 10), dort entladen und dann auf einer aus alten nebeneinander gelegten Eisenbahnschienen hergestellten geneigten Ebene von der Dammkrone nach den Gleisanlagen der Neustädter Fähre heruntergelassen.

Etwas schwieriger gestaltete sich die Beseitigung der beiden Hauptträger. Unter diese wurde zunächst an beiden Enden eine Eisenbahnschiene untergeschoben. Sodann wurden die Träger mittels Wagenwinden soweit nach der Gleismitte geschoben, dafs an beiden Enden ein Bock von 4,0 m Höhe darüber gesetzt werden konnte. Hierauf wurde erst der eine, dann der andere Träger an dem am Bock befindlichen Differentialflaschenzug befestigt und vorsichtig auf die flache Seite umgelegt, nachdem zuvor zwei Holzwalzen untergeschoben waren. Die Böcke wurden hierauf um 1 bis 1,5 m vorgeschoben, der Träger mittels des Flaschenzuges nachgezogen, hierauf die Böcke wiederum vorgeschoben und so fort, bis das Vorder-Ende des Trägers auf dem am anschliefsenden Ende des zweiten Unterbaues aufgestellten zweiachsigen kleinen Förderwagen aufgelagert werden konnte. Die vordere Achse dieses Wagens wurde nun von der hinteren getrennt, der Träger auf letzterer befestigt und unter Benutzung nur noch des einen, weiter abstehenden Bockes und Flaschenzuges in der vorerwähnten Weise so lange weitergeschoben, bis auch das hintere Träger-Ende auf die stehengebliebene andere Achse des Förderwagens aufgeladen werden konnte. Der Träger wurde hierauf über die Brücke bis zur Entladestelle S geschafft, dort abgeladen, auf der geneigten Schienenebene an den Böschungsfufs geschafft und von da an die Gleise der Neustädter Fähre auf untergelegten Walzen gerollt. Die Weiterschaffung nach dem Bahnhof Elbing erfolgte auf Eisenbahnfahrzeugen, auf welche die Träger unter Benutzung von Hebeladen gehoben wurden. In derselben Weise fand die Abnahme der Gitterträger der zweiten und dritten Oeffnung statt. Die vorerwähnten Arbeiten wurden vom 3. bis 17. Juni 1896 ausgeführt.

Die nun folgende Verlegung der Auflagerquader auf den Pfeilern II und IV für den Aufsen- und Mittelträger des nördlichen neuen Unterbaues war insofern mit Schwierigkeiten ver-

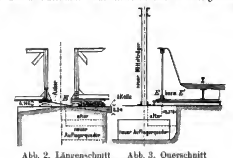


Abb. 2. Längenschnitt Abb. 3. Querschnitt über Pfeiler II.

knüpft, als sie das Abfangen der auf Abb. 3 Bl. 10 mit E und E' bezeichneten Träger-Enden unter dem im Betriebe befindlichen südlichen Gleise nothwendig machte. Aus Text-Abb. 3

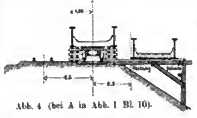
ist ersichtlich, dafs die Auflagerquader für den neuen gemeinschaftlichen Mittelträger diejenigen der alten Träger bei E und E' unterschneiden. Die alten Quader mufsten somit ausgebrochen und die Träger-Enden abgefangen werden. Zu diesem Zwecke wurden bei E und E' je neun Schienen zwischen Auflagerplatte und Aufsenkante des Pfeilermauerwerks auf untergelegten Holzkeilen so eingezogen (Text-Abb. 2 u. 3), dafs sie einerseits das Träger-Ende unterstützten, anderseits die äufsere Trägerwand unterfafsten, sodafs bei eintretender Belastung der Schienen-Enden nach Beseitigung der alten Auflagerquader ein Kippen der Schienen ausgeschlossen war. Diese wirkten als eingespannter Balken und mufsten 0,315 m frei tragen. Gegenseitig wurden sie an beiden Enden durch 26 mm starke Bolzen in unverrückbarer Lage gehalten und gegen Wandern durch untergelegte Anker, die an dem anschliefsenden, festliegenden Ueberbau befestigt waren, gesichert. (Text-Abb. 2.) Nunmehr konnten die alten Quader bei E und E' herausgebrochen und die neuen eingemauert werden. Die Verlegung der neuen Quader für den Aufsenträger des neuen Ueberbaues von 28,8 m Stützweite bot keine Schwierigkeiten.

Inzwischen waren die neuen Eisentheile eingegangen. Die Aufstellung des Blechträgers der ersten Oeffnung im nördlichen Gleise war bis zum 2. Juli 1896 beendet. Der folgende, über zwei Oeffnungen reichende Ueberbau mit gemeinschaftlichem Mittelträger wurde im nördlichen Gleise bis zum 15. August fertiggestellt, sodafs am folgenden Tage die Probebelastung vorgenommen und hierauf der zweigleisige Betrieb vorläufig wieder eröffnet werden konnte.

Zu 2. Am 18. August wurde das südliche Gleis Dirschau-Elbing-Königsberg aufser Betrieb gesetzt, nachdem in der Zwischenzeit die beiden Weichen vor der Brücke umgelegt, die Signalleitung abgeändert und die Rüstungen zwischen den Pfeilern II und IV zur Abnahme der vorhandenen beiden Parallelfachwerkträger und Vollendung des südlichen Theiles des neuen Ueberbaues hergestellt worden waren. Die Abnahme der wiederzuverwendenden beiden Fachwerkträger der 2. und 3. Oeffnung im südlichen Gleise wurde in folgender Weise ausgeführt.

Unter den vier Ecken des Ueberbaues wurden Stockwinden untergesetzt, dieser nach und nach 1,6 m hochgehoben und auf den Pfeilern durch kreuzweise Lagerung von 1,0 m langen scharfkantigen Klötzen unterstützt. (Abb. 2 Bl. 10.) Hierauf wurde auf der Aufstellrüstung ein Kreuzlager aus Bahnschwellen und scharfkantigen Rüsthölzern bis zur Schienenunterkante des anstofsenden Gleises hergestellt. Auf dem Kreuzlager wurden die vorher vom Ueberbau entfernten Eisenbahnschienen befestigt, sodann je eine Achse des auseinandernehmbaren vollspurigen Förderwagens an beiden Enden des Ueberbaues untergeschoben und rechtwinklig zum Gleise eingestellt. Hierauf wurde der Ueberbau auf die Wagenachsen so gelagert, dafs diese innerhalb der liegengebliebenen Träger durchlaufen konnten, während der gehobene Träger darüber zu liegen kam. (Abb. 2 Bl. 10.) Nunmehr konnten die hölzernen, kreuzweis gelagerten Stützen unter den vier Ecken entfernt werden. Mittels eines doppelten Flaschenzuges, der aufserhalb der Brücke an einer im Gleise belegenen Bahnschwelle angebracht und mit dem zu entfernenden Ueberbau verbunden war, wurde sodann die Abfuhr über die Brücke bis zur Stelle A in Abb. 1 Bl. 10 bewirkt.

Um den bis zur Stelle A abgerollten Ueberbau auf der aufserhalb der Brücke und des Gleises angebrachten Rüstung bis zur Wiederverwendung lagern zu können, wurden an den Ecken Stockwinden angesetzt, der Ueberbau ein wenig angehoben, durch kreuzweis zwischen den Wagenachsen gelagerte Klötze abgefangen, sodann die Wagenachsen abgerollt und schliefslich der Ueberbau unter allmählicher Entfernung der unterstützenden Kreuzhölzer bis auf ein quer unter den Träger untergeschobenes Schienenlager vorsichtig herabgelassen. (Text-Abb. 4.) Letzteres wurde sodann tüchtig eingeölt und hierauf der Ueberbau mittels Brechstangen soweit seitwärts geschoben, dafs er aufserhalb der Umgrenzungslinie des lichten Raumes zu lagern kam. (Text-Abb. 4.)


Abb. 4 (bei A in Abb. 1 Bl. 10).

Die Beseitigung des Ueberbaues der 3. Oeffnung wurde in derselben Weise ausgeführt. Die Abnahme und seitliche Lagerung der Ueberbauten dauerte vom 19. bis 22. August 1896.

Nach Verlegung der Auflagerquader für den südlichen, die 2. und 3. Oeffnung überspannenden Aufsenträger wurde am 25. August mit der Aufstellung der südlichen Seite des 28,8 m weiten zweigleisigen Ueberbaues zwischen Pfeiler II und IV begonnen. Diese Arbeit war am 5. September 1896 beendet. Das südliche Gleis auf der Brücke wurde aber erst am 15. September dauernd in Betrieb genommen, weil eine gründliche Ausbesserung der alten Träger des südlichen Gleises bei dieser Gelegenheit vorgenommen werden mufste.

Zu 3. Am 18. September 1896 fand wiederum die Aufserbetriebsetzung des nördlichen Gleises auf der Brücke statt. In der Zeit vom 19. bis 27. September wurden die beiden alten Gitterträger zwischen den Pfeilern IV und VI in der bereits ausgeführten Weise auseinandergenommen und abgefahren und die Eisentheile an den Gleisen der Neustädter Fähre gelagert; ferner wurden die noch fehlenden Auflagersteine auf den Pfeilern IV und V verlegt und vergossen.

Das Aufbringen der auf der Südseite zwischen den Pfeilern II und IV gewonnenen und in der 4. und 5. Oeffnung auf der Nordseite an Stelle der vorerwähnten beiden Gitterträger wieder zu verwendenden Parallelfachwerkträger geschah fast in derselben Weise, wie die Abnahme, nur mit dem Unterschied, dafs die Träger von der Lagerstelle A (Abb. 7 Bl. 10) über das inzwischen in Betrieb genommene südliche Gleis nicht mittels Brechstangen geschoben, sondern vermittelst zweier an dem äufseren Schienenstrang angebrachten Differentialflaschenzüge in das vor der Brücke aufser Betrieb befindliche nördliche Gleis gezogen wurden. Das Aufbringen der beiden Ueberbauten wurde in der Zeit vom 28. September bis 1. October bewirkt. Die endgültige Inbetriebnahme des nördlichen Gleises und somit die dauernde Wiederherstellung des zweigleisigen Betriebes auf der Brücke konnte jedoch erst am 6. October 1896 erfolgen, weil bei der anhaltend kühlen Witterung der unter die Auflagerplatten gegossene Cement nur langsam erhärtete.

Auf der Nordseite der Brücke wurde der Fufssteg neben der äufseren Trägerwand wiederhergestellt und mit der Eröffnung desselben die einstweilige Fähre eingezogen.

Zu erwähnen bleibt noch, dafs während der Bauausführung das Aufstellungsgerüst in der Schiffahrtsöffnung zwischen Pfeiler II

und III zur Vermeidung von Unglücksfällen durch ein starkes Leitwerk, aus Rundpfählen und Reibhölzern bestehend, nach Abb. 2 Bl. 10 gesichert werden mufste. Diese Schutzmafsregel hatte sich bei dem regen Schiffsverkehr als durchaus nöthig erwiesen, und das Leitwerk hat sich an stürmischen Tagen bewährt.

Mit dem Abbruch des Strompfeilers III wurde am 15. September 1896 begonnen. Der unter Wasser befindliche Theil wurde im Schutze eines Fangedammes abgebrochen. Die Arbeiten waren am 4. November 1896 beendet.

Kosten und Bauleitung.

Der Umbau der Elbingbrücke war dem Unterzeichneten als Vorsteher der Königl. Eisenbahn-Betriebsinspection 1 in Dirschau, in deren Bezirk die Brücke liegt, übertragen. Die Aufsicht auf der Baustelle führte der Bahnmeister Ziechmann in Elbing, dem die Bahnmeisterdiätare Weinmann und Schrieber zur Hülfeleistung beigegeben waren. Die Maurer-, Zimmer- und Rammarbeiten usw. für den Umbau der Strompfeiler und Neubau der Landpfeiler waren vertraglich dem Maurer- und Zimmermeister Müller in Elbing, die Lieferung und Aufstellung der neuen eisernen Ueberbauten, sowie die Abnahme und Auswechslung der alten der Firma Belter und Schneevogel in Berlin übertragen worden. Den Abbruch des Strompfeilers III führte der Maurermeister Kuhn aus. — Im nachstehenden sind die Kosten für sämtliche Arbeiten zusammengestellt.

A. Ausbesserung der Strompfeiler und Neubau der Landpfeiler.

1.	Weichen- und Gleisverlegungen behufs Gleissperrung sowie Lieferung und Aufstellung der Sicherungsanlagen für den eingleisigen Betrieb auf der Elbingbrücke ausschliefslich der vorhandenen Signale	2734,96 ℳ
2.	Umbau der beiden Landpfeiler. 565 cbm Abbruch, 584 cbm neues Mauerwerk (Arbeit und Material) einschliefslich Lieferung und Aufstellung aller Rüstungen, Absteifungen, Spundwände usw.	32608,99 „
3.	Ausbesserung der Strompfeiler (Arbeit und Material), sonst wie unter 2	12293,68 „
4.	Für unvorhergesehene Arbeiten, Löhne usw.	1557,84 „
	Zusammen:	49195,47 ℳ

B. Auswechslung und theilweise Erneuerung des eisernen Ueberbaues.

1.	5 Stück alte eiserne Ueberbauten des nördlichen Gleises, einschliefslich des Bohlenbelages der Brückenbalken und des seitlich ausgekragten Fufsweges auf- und auseinandergenommen, einschliefslich Abfuhr nach dem Bahnhof Elbing und aller Nebenarbeiten. .	2430,97 ℳ
2.	Einen 28,8 m weiten, zweigleisigen eisernen Ueberbau (105 t) der zweiten und dritten Oeffnung mit gemeinschaftlichem mittleren Hauptträger frei Baustelle angeliefert, aufgestellt, dreimal mit Oelfarbe gestrichen, einschliefslich der Brückenbalken, des Bohlenbelags und sämtlicher Nebenarbeiten . . .	36755,81 „
	Seitenbetrag	39186,78 ℳ
	Uebertrag	39186,78 ℳ
3.	Einen 13,75 m weiten Blechträger (17,6 t) über der ersten Oeffnung des nördlichen Gleises frei Baustelle angeliefert, aufgestellt, dreimal mit Oelfarbe gestrichen, einschliefslich der Brückenbalken, des Bohlenbelages und sämtlicher Nebenarbeiten	6394,21 „
4.	2 Stück eiserne Ueberbauten der zweiten und dritten Oeffnung des südlichen Gleises abgehoben, abgerollt und zur Wiederverwendung bei Seite gesetzt, einschliefslich aller Geräthe und Gerüste	1008,90 „
5.	Obige 2 Ueberbauten über der vierten und fünften Oeffnung des nördlichen Gleises wieder aufgestellt und zweimal mit Oelfarbe gestrichen unter Ersatz der schadhaften Theile und Brückenbalken, sowie des schadhaften Bohlenbelages, einschliefslich aller Geräthe und Gerüste	3526,15 „
6.	Anlage von ausgekragten Fufsstegen an den wiederverwandten, unter 5. aufgeführten alten Ueberbauten des nördlichen Gleises nebst Lieferung und Anbringung des Bohlenbelages und dreimaligen Oelfarbenanstriches	1601,34 „
7.	Für Lagerplatzmiethe, Schiffsleitwerke, Lieferung von 8 neuen Auflagersteinen, Abpflasterungen der Erdkegel der Landpfeiler, Anlage von Futtermauern, sowie Erneuerung des alten Bohlenbelages, Reparaturen und Anstrich der liegengebliebenen alten Träger, für Löhne usw.	10868,32 „
8.	Für Gleisarbeiten auf den eisernen Ueberbauten	529,10 „
	Zusammen:	63114,80 ℳ

C. Abbruch des Strompfeilers III.

1.	Für Abbruch von 131 cbm Ziegelmauerwerk des Pfeilers III über und 104 cbm Feldstein- und Betonmauerwerk unter Wasser einschliefslich Reinigen der Materialien und Beiseiteschaffen	2927,30 ℳ
2.	Für Lieferung und Aufstellung von Fangedämmen um den Pfeiler III, für Rüstungen zum Abbruch, für Wasserhaltung, Entfernen der Steinschüttungen um den Pfeiler, Vertiefen der Flufssohle unter dem Fundament usw. .	5025,54 „
3.	Für Beseitigen der Fangedämme und Fortschaffen des Füllmaterials und der Hölzer .	1717,82 „
	Zusammen:	9670,66 ℳ

Die Gesamtkosten für den Umbau der Elbingbrücke betragen somit:

A.	Ausbesserung der Strompfeiler und Neubau der Landpfeiler	49195,47 ℳ
B.	Auswechslung und theilweise Erneuerung des eisernen Ueberbaues	63114,80 „
C.	Abbruch des Strompfeilers III	9670,66 „
	Zusammen:	121980,93 ℳ

Dirschau, im April 1897.

L. Dyrssen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Der Bau des Kaiser Wilhelm-Canals.

Vom Geheimen Baurath Fülscher in Berlin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 11 bis 16 im Atlas.)

(Fortsetzung.)

c) Die Schleuse bei Rendsburg zwischen dem Canal und der Eider.

Hierzu Abb. 1 auf Bl. 57 des Jahrganges 1896 dieser Zeitschrift und die Abbildungen auf Bl. 11 bis 13.

Die Schleuse stellt eine Verbindung zwischen der Unter-Eider und dem Kaiser Wilhelm-Canal her und ersetzt damit gewissermafsen die alte Eidercanal-Schleuse bei Rendsburg. Allerdings ist der Ersatz recht reichlich ausgefallen. Während die alte Schleuse dieselben Abmessungen hatte wie die übrigen Schleusen des Eidercanals — rund 28 m nutzbare Länge und 8 m Weite —, hat die neue Schleuse eine nutzbare Länge von 68,0 m bei einer nutzbaren Breite von 12,0 m erhalten, und die Drempel-Oberkante ist auf die Höhe + 14,5 gelegt, sodafs die Fahrtiefe über den Drempeln bei gewöhnlichem Canalwasserstande 5,27 m beträgt. Bei diesen Abmessungen können sämtliche Schiffe, die auf der Unter-Eider verkehren können, durchgeschleust werden. Als Bauplatz wurde ein nördlich von der Stadt Rendsburg, zwischen ihr und der Vorstadt Kronwerk gelegenes unbebautes Gelände gewählt, das bisher theilweise von der preufsischen Wasserbauverwaltung als Bauhof benutzt worden war (Lageplan Abb. 4 Bl. 11). Der Baugrund war hier verhältnifsmäfsig günstig, wie später näher ausgeführt werden wird, und sowohl der untere wie der obere Schleusencanal konnten in schlanker Krümmung an die bisherige Schiffahrtsstrafse angeschlossen werden. Allerdings wurde eine theilweise Verlegung der von Neumünster über Rendsburg nach Norden führenden Eisenbahn und der Neubau einer Drehbrücke für diese Bahn über die Ober-Eider nothwendig, aber die Herstellung einer neuen Brücke war unter allen Umständen erforderlich, weil die Lichtweite der vorhandenen Brücke für die auf der Unter-Eider verkehrenden gröfseren Schiffe nicht ausreichte.

Die alte Schleuse diente zur Ueberwindung des Wasserstands-Unterschiedes zwischen der Unter-Eider und der auf + 22,5 angestauten Ober-Eider. Sie hatte also an dem Oberhaupt einen beständigen, an dem Unterhaupt einen mit Ebbe und Fluth wechselnden Wasserstand. Die neue Schleuse hat auf beiden Seiten wechselnde Wasserstände. Der Wasserspiegel im Kaiser Wilhelm-Canal schwankt zwischen + 19,27 als unterster und + 20,27 als oberster Grenze, liegt aber zumeist in der mittleren Höhe von + 19,77. Die Wasserstände in der Unter-Eider unterliegen dem Wechsel von Ebbe und Fluth. Das höchste Hochwasser ist bis auf etwa + 22,20 angestiegen, das gewöhnliche Hochwasser liegt auf der Höhe + 20,88, das gewöhnliche Niedrigwasser auf + 19,87 und das niedrigste Niedrigwasser auf + 18,3. Schwankungen des Hochwassers zwischen + 20,4 und + 21,4 und des Niedrigwassers zwischen + 19,3 und + 20,9 treten nach den Beobachtungen während der zehn Jahre von 1876 bis 1885 häufiger auf, dagegen wurden gröfsere Abweichungen von dem gewöhnlichen Hoch- und Niedrigwasser nur selten beobachtet. Auf die Wasserstände in der Unter-Eider bei Rendsburg hat die Anlage des Kaiser Wilhelm-Canals insofern einen Einflufs, als die Abflüsse aus dem rund 850 qkm grofsen Niederschlagsgebiet der Ober-Eider sämtlich von dem Canal aufgenommen und durch die Schleusen bei Holtenau und Brunsbüttel abgeführt werden, während sie früher bei Rendsburg durch die dortigen Freiarchen, die Mühlen und die Schleuse in die Unter-Eider gelangten. Dafs die Entziehung dieser Wassermengen in der Unter-Eider eine Senkung des Wasserspiegels sowohl bei Fluth wie bei Ebbe herbeiführen werde, war ohne weiteres zu übersehen, nur das Mafs dieser Senkung war im voraus nicht mit Sicherheit zu ermitteln. Indessen boten die Wasserstands-Beobachtungen in niederschlagsarmen Zeiten eine Handhabe, um die Gröfse der Senkung zu schätzen. Im Jahre 1887 war infolge des ausnahmsweise geringen Oberwasserzuflusses das durchschnittliche Hochwasser bei Rendsburg um 4 cm, das durchschnittliche Niedrigwasser um 15 cm tiefer gewesen als nach den zehnjährigen Beobachtungen, und hiernach wurde für die Entwurfarbeiten angenommen, dafs das durchschnittliche Hochwasser um etwa 5 cm, also auf die Höhe + 20,83, das durchschnittliche Niedrigwasser um 20 cm, also auf die Höhe + 19,67 absinken werde. Die Wasserstandsverhältnisse an der Schleuse stellen sich demnach so, dafs der Wasserspiegel der Unter-Eider zumeist über dem des Kaiser Wilhelm-Canals liegt, bei jedem gewöhnlichen Niedrigwasser jedoch um ein weniges unter den mittleren Canalwasserstand absinkt.*) Tief abfallende Niedrigwasser in der Unter-Eider werden stets durch starke Ostwinde hervorgerufen, die in dem westlichen Theil der Ostsee und damit auch im Canal hohe Wasserstände erzeugen. In solchen Fällen liegt der Canalspiegel erheblich höher als der Wasserspiegel der Unter-Eider, und zwar kann dieses Mafs im ungünstigsten Falle bis auf 20,27 — 18,30 = 1,97 m ansteigen.

Unter diesen Verhältnissen mufsten die Verschlüsse der Schleusen so angeordnet werden, dafs sie das Durchschleusen von Schiffen gestatten, sowohl bei Wasserständen der Eider, die höher liegen als der Canalwasserspiegel, als auch zu Zeiten, in denen der Canal höhere Wasserstände hat als die Eider. Dementsprechend ist das Oberhaupt mit einem Fluththor und einem Ebbethor, das Unterhaupt mit einem Fächerthor versehen worden. Die Wahl fiel auf ein Fächerthor für das Unterhaupt, weil diese Thorart neben der Eigenschaft, nach beiden Seiten hin kehren zu können, noch den Vortheil hat, dafs sich das Thor gegen einen höheren Wasserstand öffnen und ferner im strömenden Wasser mit Sicherheit schliefsen läfst. Das Fächerthor bietet also die Möglichkeit, bei niedrigen Wasserständen in der Unter-Eider eine Spülung des Fahrwassers, das unter Schlickfall zu leiden hat, wenigstens in dem Theil nahe der Schleuse vorzunehmen. Aufserdem gestattet es auch den Wasserstand im Canal durch Zuführung von Eiderwasser zu erhöhen, wenn infolge Eintretens ungünstiger Umstände eine Senkung dieses

*) Aus diesem Grunde wird auch im nachstehenden das an der Unter-Eider liegende Schleusenhaupt als Oberhaupt, das dem Canal zugekehrte als Unterhaupt bezeichnet werden.

Wasserspiegels unter das zulässige Mafs hinab zu befürchten sein sollte. Die Oberkante des Fluththors ist ungefähr 30 cm über den höchsten Eider-Wasserstand, auf +22,5 gelegt, bei dem Ebbethor liegt die Oberkante auf +20,5, 0,23 m höher als der höchste Canalwasserstand. Die Oberkante der Stemmflügel des Fächerthores liegt auf +22,0, die der Seitenflügel auf +21,0. Die Entfernung zwischen dem Fluththor und dem Fächerthor ist so gewählt, dafs die Länge der Schleuse zwischen den Grundlinien der Drempeldreiecke des Fluththores einerseits und des Fächerthores anderseits 75,3 m beträgt. Wird dieses Mafs um die Länge der Stemmflügel des Fächerthores, nämlich um 7,3 m gekürzt, dann ergiebt sich die nutzbare Länge der Schleuse zu 68 m. Wird mit dem Ebbethor geschleust, dann ist die nutzbare Länge der Schleuse um 10,3 m kürzer. Dieses wurde für unbedenklich gehalten, weil im allgemeinen der Wasserspiegel in der Unter-Eider höher liegt als im Canal, sodafs ganz vorwiegend mit dem Fluththor geschleust wird. Sollte unter gewöhnlichen Niedrigwasser-Verhältnissen ein Schiff wegen der durch die Anwendung des Fächerthores eingetretenen Verkürzung der Schleuse nicht durchgeschleust werden können, so würde es eine kurze Zeit bis auf die Ausspiegelung der Wasserstände im Canal und in der Unter-Eider zu warten haben. Bei ungewöhnlich tief abfallendem Eiderwasserstande wird allerdings längere Zeit mit dem Ebbethor geschleust werden müssen, dann ist aber die Fahrtiefe in der Unter-Eider für Schiffe von annähernd 60 m Länge nicht ausreichend. Ueberdies ist die Zahl der gröfseren auf der Unter-Eider verkehrenden Schiffe aufserordentlich gering.

Die Oberkante der Schleusenhäupter liegt auf +23,0, die Kammermauern reichen nur bis zur Höhe +22,0. Bei dieser Anordnung wurde davon ausgegangen, dafs ein Durchschleusen von Schiffen bei Untereider-Wasserständen von über +21,6 nicht zulässig ist. Höhere Wasserstände treten nur bei hohen Sturmfluthen ein, bei denen ein Durchschleusen sowohl für das Schiff als die Schleusen gefährlich sein würde.

Infolge ihrer Lage schneidet die Schleuse nebst dem Ober- und Unter-Canal die Stadt Rendsburg von der nördlich der Eider gelegenen Landschaft ab. Es mufste deshalb dafür gesorgt werden, dafs der Verkehr nicht mehr gestört wird, als unumgänglich nothwendig ist. Zu diesem Zweck sind in Verbindung mit der Schleuse zwei bewegliche Brücken erbaut. Dieselben liegen an den beiden Häuptern der Schleuse aufserhalb der Thore. An dem Oberhaupt ist eine für schwere Lasten eingerichtete Klappbrücke, an dem Unterhaupt eine Portalbrücke für leichteres Fuhrwerk angeordnet. Eine dieser beiden Brücken wird stets geschlossen gehalten, sodafs der Verkehr von Fufsgängern und leichterem Fuhrwerk durch die Erbauung der Schleuse gar keine Hinderung erfahren hat. Schweres Fuhrwerk, das auf die Klappbrücke angewiesen ist, kommt nur selten vor, auch ist der Verkehr in der Schleuse kein so grofser, dafs die Klappbrücke häufig geöffnet werden müfste, sodafs auch in dieser Richtung die durch die Herstellung der Schleuse veranlafste Verkehrsbeschränkung kaum fühlbar ist. Ueberdies sind die Verhältnisse gegen früher erheblich gebessert. Die über die alte Rendsburger Schleuse führenden zwei Brücken mufsten beide beim Einfahren der Schiffe von der Unter-Eider in die Schleuse und beim Ausfahren der Schiffe aus der Schleuse in die Unter-Eider gleichzeitig geöffnet sein. Die dann besonders an Markttagen eintretenden starken Stockungen des Landverkehrs gaben die Veranlassung dazu, die neue Schleuse an beiden Enden zu überbrücken, trotz der daraus erwachsenden erheblichen Vermehrung sowohl der Länge des Bauwerks wie der Kosten der Bauausführung.

Nach dieser allgemeinen Darlegung der gesamten Anlage sollen die zur Ausführung gekommenen Bauwerke im einzelnen näher erörtert werden.

1. Die Schleuse.

Hierzu die Abbildungen auf Blatt 11.

Baugrund und Grundwasser-Verhältnisse. Die Schleusenbaustelle befindet sich in einem ehemaligen Eiderarm, der erst vor etwa fünfzig Jahren ganz verschüttet worden ist. Die Sohle dieses Wasserlaufs lag vor der Zuschüttung etwa auf der Höhe +15,5, was aus alten Plänen festgestellt werden konnte. Durch Bohrungen wurde ermittelt, dafs sich in der für die Gründung der Schleuse in Frage kommenden Tiefe Sand mit mehr oder weniger Mergel vermischt findet, auf den in gröfseren Tiefen fetter Mergel, theilweise mit Sand gemischt, folgt. Um sicheren Aufschlufs über die Grundwasserverhältnisse zu erhalten, wurde auf der Baustelle ein gröfseres Schürfloch ausgehoben. In diesem zeigte sich schon in etwa 1 m Tiefe unter der auf +23,0 liegenden Bodenoberfläche einiger Wasserzudrang, der bei der weiteren Vertiefung des Schürfloches zunächst eher geringer wurde als zunahm. Durch den Wasserzudrang wurde der in seinen Bestandtheilen sehr wechselnde Boden so stark aufgeweicht, dafs er fast schwimmend wurde. Bei langsamer Entwässerung des Schürfloches gelang es jedoch, die Böschungen soweit auszutrocknen, dafs sie mit Sicherheit in der Neigung $1:1^1/_2$ stehen blieben. Von etwa 3 m unter der Bodenoberfläche an traten häufiger Durchsickerungen und Quellen an den Böschungen und auf dem Boden des Schürfloches auf. Das Wasser flofs aber stets vollkommen klar ab, und der Zuflufs versiegte in der Regel bei zunehmender Tiefe des Aushubs. Nur an der der Unter-Eider zunächstliegenden und von dieser nur etwa 20 m entfernten Böschung blieben die Durchsickerungen bestehen, nahmen mit der Tiefe des Schürfloches allmählich zu und standen auch in unverkennbarem Zusammenhange mit dem jeweiligen Wasserstande der Unter-Eider. Im ganzen blieb der Wasserandrang bis zur Höhe +15,8 jedoch gering, er konnte mit einer gewöhnlichen Baupumpe bewältigt werden, trotzdem die Grundfläche des Schürfloches in dieser Höhe gegen 300 qm grofs war. Erst als nach Durchstechung einer etwa 50 cm starken, festen, schwarzen Bodenschicht, die jedenfalls die ehemalige Flufssohle an dieser Stelle bildete, ein Kieslager von durchschnittlich 50 cm Mächtigkeit blofsgelegt wurde, nahm der Wasserzuflufs derartig zu, dafs zu seiner Bewältigung eine kleine Dampfpumpe in Betrieb gesetzt werden mufste. Unter dem Kies, der sich nur über einen Theil des Schürfloches ausdehnte, auch bei den Bohrungen nicht bemerkt worden war, stand ein stark mergelhaltiger Sand an, der im Zustand der Ruhe vollständig fest war, sich aber wie Triebsand verhielt, sobald der Versuch gemacht wurde, ihn unter Wasserhaltung auszuheben. Diese Bodenschicht zeigte sich in der Höhe von etwa +14,8 in der ganzen Ausdehnung des Schürfloches.

Gründung und Mauerwerk. Nach diesen Ergebnissen der Baugrunduntersuchungen schien es nicht zweifelhaft, dafs die Schleusenbaugrube sich bis zur Höhe +15,0 unter Wasserhaltung im trockenen ausheben lassen würde, wenn die Senkung des Grundwassers und damit die Trockenlegung der Böschungen ganz allmählich, dem Fortschritte des Bodenaushubes entsprechend, vorgenommen wurde. Infolge dessen wurde bei der Aufstellung des Gründungs-Entwurfs davon ausgegangen, dafs der Bodenaushub bis zur Höhe +15,0 durch Trockenausschachtung zu erfolgen habe. Von der so gewonnenen Ebene sollten dann die das Betonbett der Schleuse umfassenden Spundwände gerammt und darauf zwischen ihnen der Boden durch Nafsbaggerung entfernt werden. Das Betonbett sollte ebenfalls durch Schüttung unter Wasser hergestellt und nach genügender Erhärtung desselben mit der Aufmauerung der Häupter und Kammerwände begonnen werden. Aus den Abbildungen auf Bl. 11 sind alle Einzelheiten zu ersehen. Danach liegt die Oberkante des Betons innerhalb der eigentlichen Schleusenbaugrube überall auf der Höhe +14,0, die Unterkante liegt unter den Häuptern auf der Höhe +11,75, unter den Kammern auf +12,0. Das aufgehende Mauerwerk ist aus Ziegeln ausgeführt. Alle vorspringenden Kanten, sowie solche Mauertheile, für die besondere Formsteine nothwendig gewesen wären, die Abdeckplatten der Schleusenmauern und die Auflagersteine der Brücken sind aus Granit-Werksteinen hergestellt. Die sichtbaren Flächen des Mauerwerkes sind wie bei den Schleusen in Brunsbüttel und Holtenau mit Klinkern verblendet. Zur Hinterfüllung des unteren Theiles der Schleusenmauern sind Backsteinbrocken verwandt, deren Zwischenräume mit Sand vollgeschlemmt wurden. So ist das Material sehr durchlässig und sein Druck gegen die Mauern verhältnifsmäfsig gering. Um bei einem etwaigen Trockenlegen der Schleuse den Grundwasserstand hinter den Mauern nach Möglichkeit abzusenken und damit die auf die Mauern wirkenden Schubkräfte zu vermindern, sind in die Backsteinbrocken Drainrohre eingelegt, die nach einem hinter jeder Schleusenmauer hergestellten Brunnen führen. Die Brunnen stehen mittels einer Rohrleitung mit der Schleusenkammer in Verbindung; sobald diese also für Instandsetzungsarbeiten leer gepumpt wird, senkt sich auch der Wasserstand in den Brunnen und damit in der Hinterfüllung. In der Abb. 9 auf Bl. 11 sind die Brunnen zur Darstellung gelangt. Von der Anordnung von Umlaufcanälen für das Füllen und Leeren der Schleusenkammern wurde Abstand genommen, dafür sind die Thore mit Schützen versehen. Die Gröfse der Schützen ist so bemessen, dafs das Füllen oder Leeren der Schleuse bei einem Wasserstandsunterschied von 1 m, wie er bei gewöhnlichem Hochwasser der Unter-Eider und mittlerem Canalwasserstande vorhanden ist, ungefähr 3 Minuten Zeit beansprucht. Bei dem verhältnifsmäfsig geringen Verkehr, dem die Schleuse zu dienen hat, lag kein Grund vor, diese Zeit noch weiter zu verkürzen. Am Unterhaupt wäre zudem die Anlage von Umlaufcanälen für das Füllen und Leeren der Schleusenkammer neben den dort für die Fächerthore erforderlichen einigen Schwierigkeiten begegnet. Der Querschnitt dieser letzteren Canäle mifst 2,79 qm. Bei der Bewegung der Fächerthore in der einen oder anderen Richtung fliefst stets ein Theil des gegen die Seitenflügel drückenden Wassers durch die Spielräume zwischen der Unterkante des Thorflügels und dem Thorkammerboden, sowie zwischen der Anschlagsäule des Thorflügels und der Thorkammerwand ab, und dadurch tritt ein merkbarer Druckhöhenverlust ein, wenn der Querschnitt der Canäle nicht grofs genug bemessen ist. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, sind die Abmessungen der Canäle thunlich grofs angenommen. Der eine Canal führt von dem Unterwasser nach der Thorkammer, der andere von der Thorkammer nach der Schleusenkammer. Die Einmündung der Canäle in die Thorkammer ist, soweit erreichbar, derartig angeordnet, dafs das einströmende Wasser nach dem von der Wendesäule am meisten entfernten Theil der Thorflügel geführt wird und hier am langen Hebelsarm sich anstauend kräftig auf Bewegung des Thorflügels wirkt. Als Verschlufs der Canäle dienen schmiedeeiserne Zugschützen, die mittels Handwinden mit Kegelrad- und Schnecken-Uebersetzung gehoben und gesenkt werden. An der Ausmündung in das Unterwasser bezw. die Schleuse sind die Umlaufcanäle im Verhältnifs von 5:4 zu dem sonstigen Querschnitt erweitert und durch eiserne Gitter gegen das Eintreiben von schwimmenden Körpern, die sich in die Spielräume zwischen dem Thor und dem Mauerwerk klemmen könnten, gesichert.

An die Schleuse schliefsen sich an der Unter-Eider Trockenmauern an, die hinter verankerten Spundwänden aufgebaut sind und mit ihrer Oberkante auf der Höhe +22,0 liegen. Der Canal von der Schleuse nach der Ober-Eider ist beiderseitig mit Steinböschungen versehen, die in ähnlicher Weise ausgeführt sind wie die Böschungssicherungen des Kaiser Wilhelm-Canals. (Sieh Abb. 6 u. 7 auf Bl. 11.)

2. Thore.

(Hierzu Abb. 1 bis 9 auf Bl. 12 und Abb. 1 bis 10 auf Bl. 13.)

Der Drempelanschlag beträgt sowohl bei den Ebbe- und Fluththoren wie bei den Stemmflügeln des Fächerthores 10 cm, die Unterkante der Thore liegt also auf der Höhe +14,4.

Der Drempelvorsprung ist gleich $^1/_5$ der Schleusenweite, also $= \frac{12,0}{5} = 2,4$ m, der Drehpunkt der Thore liegt 0,39 m hinter der Mauerflucht, die Dicke der Thore beträgt im mittel 0,55 cm.

Die Fluth- und Ebbethore. Die Fluth- und Ebbethore sind als Riegelthore aus weichem Flufseisen erbaut. Ihr Gerippe besteht aus der Schlagsäule, der Wendesäule und den zwischen diesen beiden Säulen eingebauten Riegeln. Die Fluththorflügel haben je zehn, die Ebbethorflügel ihrer geringeren Höhe wegen nur je neun Riegel erhalten. Beide Thore sind über dem obersten Riegel noch mit Aufbauten versehen, die zur Unterstützung der Bohlen des Laufsteges dienen und auch die Schützenwinden tragen. Die Fluththorflügel sind auf der Seite, die bei der Benutzung dem höheren Wasserstande zugekehrt ist, in der vollen Höhe mit einer Blechwand versehen. Bei dem Ebbethor reicht die Blechwand nur bis zum zweitobersten Riegel, da dieser schon 0,23 m über dem höchsten, im Kaiser Wilhelm-Canal vorkommenden Wasserstande liegt. Der oberste Riegel hat hier lediglich den Zweck, den Halszapfen zu tragen; er hat eine solche Höhenlage erhalten, dafs sowohl dieser Zapfen wie das Lager auch bei den höchsten Wasserständen, die beim Schleusenbetriebe in der Kammer auftreten können,

über dem Wasserspiegel liegen. Auf der dem Unterwasser zugekehrten Seite ist bei beiden Thoren eine von der Unterkante der Thore bis zu dem Riegel, der dem niedrigsten

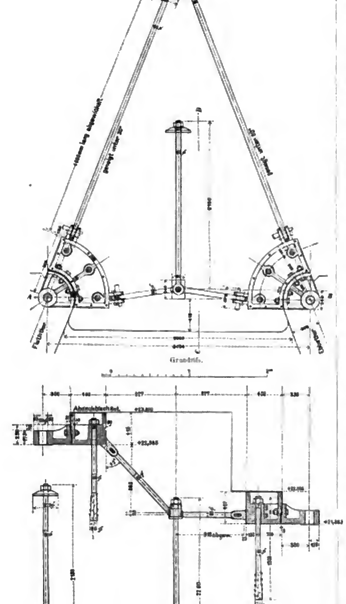


Abb. 127. Halslager und Verankerung der Fluth- und Ebbethore der Schleuse in Rendsburg.

Untereider-Wasserstande am nächsten liegt, reichende Blechhaut angeordnet. Durch diese Blechwände wird der untere Theil der Thore zu einem Schwimmkasten ausgebildet, wodurch erreicht wird, dafs beim Betriebe der Thore die auf den Spurzapfen und die Halslagerung ausgeübten Kräfte infolge des Auftriebes der Schwimmkasten erheblich vermindert werden. Hieraus ergeben sich nicht nur bei der Bewegung der Thore geringere Reibungswiderstände, sondern die Spur- und Halszapfen werden während des Thorbetriebes beträchtlich weniger beansprucht. Die Höhenlage der Riegel, bis zu denen die Blechwand auf der dem Unterwasser zugekehrten Thorseite reicht, wurde so gewählt, dafs die Thore bei dem höchsten Wasserstande, bei dem geschleust wird, noch immer Druck auf den Spurzapfen ausüben; anderseits war für die Auswahl dieser Riegel der Gesichtspunkt mafsgebend, dafs der Druck auf den Spurzapfen nicht zu grofs werden sollte. Bei dem Fluththor reicht die innere Blechhaut bis etwa 0,5 m über den niedrigsten bekannten Untereider-Wasserstand, bei dem Ebbethor konnte sie wegen dessen geringeren Gewichtes unter diesem Wasserstande enden. Bei den Fluththoren würde durch das Austauchen des oberen Theiles der Schwimmkasten bei sehr niedrigen Untereider-Wasserständen eine starke Vermehrung der Spannungen des Spur- und Halszapfens hervorgerufen werden. Da bei niedrigen Wasserständen der Unter-Eider mit den Ebbethoren geschleust wird, so liegen die Fluththorflügel stets in ihren Nischen, wenn der Schwimmkasten mit seinem oberen Theil austaucht, und eine Bewegung der Flügel findet nicht statt. Der Spurzapfen nebst Spurlager ist ebenso wie der Halszapfen mit seiner Lagerung und Verankerung (Text-Abb. 127) so stark bemessen, dafs die Thorflügel in der trocken gelegten Schleuse bewegt werden können, es stehen dem Austauchen der oberen Theile der Fluththor-Schwimmkasten also keinerlei Bedenken entgegen. Um das Innere der Schwimmkasten zugänglich zu machen, ist sowohl an der Schlagsäule wie an der Wendesäule ein Einsteigeschacht angeordnet. Zu dem Zweck ist die Blechwand auf der dem Unterwasser zugekehrten Thorseite im Anschlufs an die Schlag- und Wendesäule auf etwa 0,75 m Breite bis zum oberen Riegel hochgeführt, und zwischen die Riegel der Thore gleichlaufend mit den Stehblechen der Säulen sind wasserdichte Blechwände eingebaut. In dem obersten Riegelfeld sind in diesen Blechwänden eiserne dichtschliefsende Thüren angeordnet, durch die die Einsteigeschächte bei allen Wasserständen, die unterhalb des zweiten Riegels von oben liegen, zugänglich sind. Die Riegel der Thore bestehen innerhalb der Höhe der Schwimmkasten aus Blechträgern, oberhalb der Schwimmkasten aus Gitterträgern, der oberste Riegel ist jedoch wieder als Blechträger ausgebildet. Die Schlagsäule ist aus einem an seinen beiden Längsseiten mit je einem Winkeleisen gesäumten Blech hergestellt, die Wendesäule besteht aus einem Blechträger. Zur Versteifung des Thorgerippes ist zwischen die einzelnen Riegel, lothrecht übereinander stehend und mit den Riegeln und der Aufsenhaut vernietet, je eine mit Winkeleisen gesäumte Blechwand eingebaut. Diese Wand theilt zugleich den Schwimmkasten in zwei Theile, sodafs bei einer Beschädigung der Thorhaut nur die eine Hälfte des Schwimmkastens voll Wasser laufen kann und somit auch nur die Hälfte des Auftriebes verloren geht. Die Stärke der Blechbekleidung der Thore schwankt dem abnehmenden Wasserdrucke entsprechend zwischen 11 mm im untersten Riegelfeld und 7 mm in den oberen Feldern; die Bleche sind durch ⊥-Eisen, die zwischen die Riegel lothrecht in Entfernungen von je 665 mm eingebaut

sind, versteift. Bei der Berechnung des Thorgerippes und der Aufsenhaut wurden Beanspruchungen von 900 kg/qcm als zulässig angesehen und für die Fluththore ein höchster Wasser-Ueberdruck von rund 2,7 m, für die Ebbethore von rund 1,5 m in Ansatz gebracht.

Für die Kraftübertragung zwischen den beiden Flügeln eines Thores und zwischen den Thoren und dem Schleusenmauerwerk sind an den Wende- und Schlagsäulen kräftige eichene Stemmleisten angebracht; aus gleichem Holz bestehen die Dichtungsleisten für den Drempelanschlag und die Wendenische. Zur Bewegung der Thore dienen Zahnstangen mit Triebstock-Verzahnung, die von Winden mit Kegelrad-Uebersetzung angetrieben werden. Für das Füllen und Leeren der Schleusenkammer sind in jedem Thorflügel zwei Schützöffnungen von je 1,16 m lichter Breite und 0,89 m Höhe angeordnet, die mit Schieberschützen versehen sind. Den Schieberschützen wurde der Vorzug vor Drehschützen gegeben, weil sie eine gröfsere Betriebssicherheit haben und in Rücksicht auf die geringere Zahl von Schleusungen kein besonderer Werth darauf zu legen war, dafs sich Drehschützen schneller öffnen und schliefsen lassen. Die Anordnung der Schützen ist aus den Abb. 8 u. 9 auf Bl. 12 ersichtlich.

Die Kosten eines vollständigen Fluththores einschliefslich aller Verankerungen, sowie der Thorschützen und ihrer Bewegungs-Vorrichtungen, jedoch ausschliefslich der Zahnstangen und der Winden zum Bewegen der Thorflügel haben rund 20500 ℳ betragen. Die Höhe der äufseren Blechwand der Fluththore beträgt 8,1 m, die Breite jedes Flügels, gemessen in der Thor-Mittellinie zwischen den Aufsenkanten der Stemmleisten an Schlag- und Wendesäule, rund 7,2 m, danach mifst die Fläche zweier Thorflügel $2 \cdot 8{,}1 \cdot 7{,}2 = 116{,}64$ qm. Die Kosten für 1 qm der so berechneten Thorfläche ergeben sich zu ungefähr 175 ℳ. Für die Ebbethore sind die entsprechenden Zahlen:

Kosten eines Thores . . .	rund	17100 ℳ
Fläche eines Thores . . .		87,84 qm
Kosten für 1 qm Thorfläche	rund	195 ℳ

Für 1 t Flufseisen wurden dabei 378 ℳ bezahlt. Eine Winde nebst Zahnstange zum Bewegen der Thorflügel kostete rund 500 ℳ.

Das Fächerthor. Das Fächerthor ist so angeordnet, dafs es gegen die Unter-Eider, also gegen den vorwiegend höheren Wasserstand kehrt. Der Stemmflügel entspricht in seiner Durchbildung vollständig den Fluth- und Ebbethoren. Die Länge des Seitenflügels mufste derartig bemessen werden, dafs das Moment des auf ihn wirkenden Wasserdruckes genügt, um den Stemmflügel gegen eine durch die Schleuse gehende Strömung an den Drempel heranzuführen und dadurch die Schleuse zu schliefsen. Das Verhältnifs der Längen der beiden Flügel wurde wie 5 : 6 gewählt, sodafs die Länge des Seitenflügels, gemessen von der Thordrehachse bis zum Ende des Flügels, 8,29 m beträgt. Die Oberkante der wasserdichten Wand des Seitenflügels ist auf die Höhe + 21,0 gelegt, die Unterkante liegt 5 cm über der Sohle der Fächerthorkammer, auf + 14,35. Hiernach beträgt die Höhe des Seitenflügels $21{,}0 - 14{,}35 = 6{,}65$ m. Die Anordnung des Thores ist aus den Abb. 1 bis 10 auf Bl. 13 zu ersehen. Danach zeigen die Stemmflügel aufser den Abweichungen in der Höhe und der Riegelentfernung nur noch an der Wendesäule Unterschiede von den Ebbe- und Fluththoren. Die anderweitige Durchbildung dieser Säule wurde durch den Anschlufs des Seitenflügels nothwendig, und es war dabei der Umstand zu beachten, dafs das Fächerthor vorwiegend genau so zu wirken hat, wie das Fluththor. Der Seitenflügel ist in seinem unteren Theil ebenso wie alle übrigen Flügel als Schwimmkasten ausgebildet. Während aber bei den übrigen Thorflügeln die Gröfse des Schwimmkastens so bemessen ist, dafs die Thore auf den Spurzapfen auch bei den höchsten Wasserständen noch Druck ausüben, wurde dieselbe hier so gewählt, dafs das ganze Gewicht des Seitenflügels und des von ihm zu tragenden Theiles der Zwischenconstruction durch den Auftrieb aufgehoben wird. Ganz liefs sich das allerdings nicht erreichen, weil das Gewicht des Seitenflügels infolge des Wechsels in den Wasserständen veränderlich ist, aber es wurden doch die verdrehenden Kräfte, die der Seitenflügel auf den Stemmflügel und die Zwischenconstruction ausübt, nach Möglichkeit vermindert. Der über dem Schwimmkasten befindliche Theil des Seitenflügels hat an Stelle der Blechhaut eine Bekleidung aus gespundeten kiefernen Bohlen erhalten, wodurch eine erhebliche Gewichtsverringerung erzielt wurde. An seinem der Cylinderfläche der Fächerthorkammer zugekehrten Ende und über der Kammersohle ist der Seitenflügel durch Leisten aus Lindenholz begrenzt, die während der Aufstellung des Thores so bearbeitet wurden, dafs der Zwischenraum zwischen dem Thor und dem Schleusenmauerwerk möglichst gering wurde. Für diese Leisten wurde Lindenholz gewählt, weil es sich infolge seiner Weichheit bei einer etwaigen Berührung des Thores mit dem Mauerwerk leicht abschleift.

Das den Stemmflügel mit dem Seitenflügel verbindende Eisenwerk mufs die von dem Wasserdruck auf die Flügel ausgeübten Kräfte von einem Flügel zum anderen übertragen. Diese Kräfte werden am gröfsten, wenn im Kaiser Wilhelm-Canal der Wasserspiegel auf der Höhe + 20,27 liegt und gleichzeitig in der Unter-Eider der Wasserstand bis auf + 18,3 abgefallen ist, dann mufs der auf die Seitenflügel entfallende, einem Wasserstandsunterschied von etwa 2 m entsprechende Druck von diesen durch die Zwischenconstruction auf die Stemmflügel übertragen werden und dieselben gegen den gleichen, auf ihre Hinterfläche wirkenden Druck geschlossen halten. Diesen Kräften entsprechend sind die Abmessungen der einzelnen Theile der Zwischenconstruction festgestellt; auf ausreichenden Widerstand der Stäbe gegen Knicken mufste dabei selbstverständlich Bedacht genommen werden.

Die Schützen zum Füllen und Leeren der Schleusenkammer stimmen in allen Einzeltheilen genau mit den bei der Besprechung der Fluth- und Ebbethore erwähnten Vorrichtungen überein. Die Bewegung der Thorflügel beim Schleusenbetriebe geschieht durch ein Windewerk mit Hülfe einer nach einem Kreisbogen gekrümmten Zahnstange, die aus zwei ⊔-Eisen mit dazwischen eingenieteten Stehbolzen gebildet und mit dem obersten Riegel des Stemmflügels verbunden ist. Mit dem Stemmflügel ist die Zahnstange unmittelbar verbunden, an dem Seitenflügel ist sie mit Hülfe eines an dem obersten Riegel angebrachten kleinen Aufbaues befestigt. Die Zahnstange liegt hinter der Zwischenconstruc-

tion und wird durch diese gegen eine Beschädigung durch Schiffe geschützt. Die Winde ist an den eisernen Trägern, die den Bohlenbelag der Fächerthor-Kammern tragen, befestigt.

Wenn das Fächerthor bei niedrigen Untereider-Wasserständen geschlossen ist, dann wird das Thor durch den auf seine Hinterfläche wirkenden Wasserdruck nicht in die Thornische hineingedrückt, sondern der Wasserdruck sucht das Thor aus der Nische herauszureifsen und zwar bei dem gröfsten Wasserstands-Unterschiede mit ungefähr 64 t Kraft. Dabei wirken rund 62 t in der Richtung der Schleusenachse und rund 17,5 t senkrecht zur Schleusenachse. Diese Kräfte vertheilen sich auf den Spur- und den Halszapfen derart, dafs der erstere den gröfseren Theil aufzunehmen hat. In Rücksicht auf ein ungleichmäfsiges Stemmen der Stemmflügel wurde jedoch bei der Ausarbeitung des Thorentwurfs angenommen, dafs jene Kräfte zur Hälfte auf das Halseisen übertragen werden können. Sie hier durch Zuganker auf das Schleusenmauerwerk zu übertragen, war nicht angängig, da die in dem Mauerwerk ausgesparten Kammern des später zu beschreibenden Klappthores nur in etwa 2,8 m Entfernung von der Thornische beginnen und die Anker somit nicht genügend Mauerwerk fassen konnten. Deshalb mufste die in der Richtung der Schleusenachse wirkende Zugkraft über die für den Seitenflügel des Thores erforderliche Kammer hinweg auf die Seitenmauern der Schleuse übertragen werden. Diese Uebertragung geschieht durch den vordersten Balken der Thorkammer-Abdeckung, der zu diesem Zweck eine eigenartige Ausbildung erhalten hat. An dem einen Ende dieses Balkens ist das Halslager des Fächerthores in später näher anzugebender Weise befestigt. Dieses Ende des Balkens mufste also in seiner Lage vollständig unverrückbar festgelegt werden, da die Mitten des Halszapfens und des Spurzapfens jederzeit in einer Lothrechten liegen müssen. An dem andern Ende soll der Balken Druckkräfte auf das Mauerwerk übertragen, mufs also auch hier mit demselben stets in fester Verbindung stehen und darf deshalb unter der Einwirkung einer Wärmeverminderung keine Verkürzung seiner Länge erfahren. Da der Mauerpfeiler zwischen der Thornische und der Aussparung für die Klappbrücke nur schwach ist, durfte anderseits der Balken auch bei Wärmeerhöhungen keine Vergröfserung seiner Länge erfahren, da sonst die Gefahr vorlag, dafs der an beiden Enden fest eingespannte Balken bei seinem Bestreben, sich auszudehnen, den Mauerpfeiler zerstören würde. Deshalb war Eisen und jedes andere widerstandsfähige Metall für die Verwendung zu dem den Druck übertragenden Theil des Balkens ausgeschlossen, dagegen war Holz, besonders Eichenholz, hierzu wohl geeignet. Da aber ein hölzerner Balken kaum in den der Knickgefahr wegen erforderlichen grofsen Abmessungen zu erhalten war und auch eine ausreichend feste und sichere Befestigung des Halseisens an ihm grofse Schwierigkeiten gemacht haben würde, so wurde ein aus Holz und Eisen zusammengesetzter Balken gewählt, wie er in den Abb. 5 bis 10 auf Bl. 13 dargestellt ist. Der hölzerne Balken liegt vollständig in einer eisernen Umhüllung und hat die von dem Thorflügel auf den Träger ausgeübte Axialkraft als Druck auf die der Wendenische gegenüberliegende Seite der Fächerthorkammer zu übertragen, während die eiserne Umhüllung alle Durchbiegungen des gegen solche nicht ausreichend stark bemessenen Balkens, sowie alle Biegungs- und Drehmomente aufzunehmen hat. Der Holzbalken ist mit der eisernen Umhüllung nicht fest verbunden, sondern er liegt zwischen eisernen Gleitbacken-Führungen, die an der Umhüllung angebracht sind, und gestattet derselben dadurch die geringen Verschiebungen, die infolge der Längenänderungen des Eisens bei Wärmewechsel eintreten. Auf der Seite der Thornische ist die eiserne Umhüllung durch Vermittlung einer Grundplatte und mehrerer zweckentsprechend angeordneter Anker mit dem Schleusenmauerwerk verbunden. An dem anderen Ende stützt sich der etwas vorstehende Holzbalken fest gegen einen Lagerbock, während die eiserne Umhüllung auf einem Gleitlager ruht. An beiden Enden sind die Lagerplatten so eingerichtet, dafs ein Abheben oder Umkanten des ganzen Trägers unmöglich ist. Nach Abnahme der oberen mit Schrauben befestigten Deckplatte des Umhüllungsträgers kann der Holzbalken jederzeit besichtigt und nach Entfernung der oberen Gleitbacken-Führungen auch herausgenommen und im Bedarfsfalle durch einen neuen Balken ersetzt werden. An dem Umhüllungsträger ist das in den Abbildungen mit dargestellte Halslager befestigt. Es ist mit einer Einstellvorrichtung versehen, die es gestattet, nach vollständiger Verlegung des das Lager tragenden Balkens die Halszapfen-Mitte genau senkrecht über die Spurzapfen-Mitte einzustellen.

Zum Schlufs mögen noch einige Bemerkungen über den Betrieb des Fächerthores hier Platz finden. Wenn bei hohem Untereider-Wasserstande geschleust wird, dann ist das Schütz in dem Canal, der die Fächerthorkammer mit der Schleusenkammer verbindet, geöffnet, das Schütz in dem nach der Ober-Eider führenden Canal geschlossen. Das Oeffnen und Schliefsen des Fächerthores erfolgt mittels der oben beschriebenen kreisförmigen Zahnstange und der Handwinde. Das von dem Seitenflügel aus der Thorkammer verdrängte Wasser findet seinen Weg durch den geöffneten Canal nach der Schleusenkammer und gelangt bei der Rückwärtsbewegung des Thores auf dem umgekehrten Wege von der Schleusenkammer in die Thorkammer. Wird bei Wasserständen der Unter-Eider geschleust, die unter dem Canal-Wasserspiegel liegen, dann müssen die Schützen in den zu der Fächerthorkammer führenden Canälen die entgegengesetzte Stellung haben, sodafs bei jeder Bewegung des Fächerthores der Raum hinter dem Seitenflügel entweder von der Ober-Eider her Wasser empfängt oder es nach dorthin abgiebt. Die Bewegung des Thores erfolgt auch in diesem Falle mittels der Zahnstange und der Handwinde. Soll das bis dahin geschlossen gehaltene Thor bei niedrigen Untereider-Wasserständen geöffnet werden, weil etwa eine Spülung der Fahrrinne im Anschlufs an die Schleuse nothwendig ist, dann wird zunächst das Schütz in dem Canal zwischen der Fächerthorkammer und der Ober-Eider, das bisher geöffnet war, geschlossen und darauf die Verbindung zwischen der Fächerthorkammer und der Schleusenkammer durch Hebung des den Canal abschliefsenden Schützes hergestellt. Der Wasserspiegel hinter dem Seitenflügel des Fächerthores sinkt dann bis auf den Untereider-Wasserstand ab, und der auf die Rückseite der Stemmflügel wirkende Ueberdruck öffnet das Thor. Damit es hierbei nicht zu weit in die Thorkammer hineingeht, legt sich der Seitenflügel mit

seinem Ende gegen einen aus Werksteinen hergestellten Anschlag, sobald die Längsachse des Stemmflügels gleichlaufend mit der Schleusenachse liegt.

Soll das Fächerthor nach ausreichender Spülung der Fahrrinne gegen die ausgehende Strömung geschlossen werden, dann ist die Verbindung zwischen der Schleusenkammer und der Thorkammer zu schliefsen und das Schütz in dem nach der Ober-Eider führenden Canal zu öffnen. Das Thor kommt dann in langsame Bewegung und legt sich allmählich an den Drempel. Das Oeffnen des Thores bei höheren Untereiderwasserständen und das Schliefsen bei eingehender Strömung vollzieht sich in derselben Weise. Bei dem Schliefsen des Thores ist jedoch Vorsicht zu üben, weil der Stemmflügel sich in der Richtung der Strömung bewegt und von derselben mit gröfserer Geschwindigkeit und so mit grofser Kraft gegen den Drempel geführt wird. Bei einem gewaltsamen Anschlagen des Thores an den Drempel könnte es leicht Schaden leiden, und deshalb ist das Schütz in dem Canal zwischen der Schleusenkammer und der Sperrthorkammer nur soweit zu öffnen, dafs das Wasser in die letzere Kammer bei schnellerer Bewegung des Thores nicht schnell genug einfliefsen kann, sodafs vor und hinter dem Seitenflügel ein Wasserstandsunterschied eintritt, der auf die Bewegung des Thores hemmend einwirkt.

Die Kosten des Fächerthores einschliefslich aller Verankerungen, der Abdeckung der Thorkammer, der Thorschützen und ihrer Bewegungsvorrichtungen, jedoch ausschliefslich der Winden und der Zahnstangen zum Bewegen der Thorflügel haben gegen 42000 ℳ betragen. Die Bewegungsvorrichtung eines Thorflügels hat gegen 1500, ein Umlaufschütz mit Winde gegen 2200 ℳ gekostet. Das Fächerthor hat also einen höheren Kostenbetrag erfordert, als das Fluthtthor und das Ebbethor zusammen, dem gegenüber steht jedoch eine nicht unerhebliche Ersparnifs von Schleusenmauerwerk. Durch die Anordnung des Fächerthores ist eine irgendwie beträchtliche Verminderung der Baukosten der Schleuse nicht erreicht, trotzdem war sie bei der Rendsburger Schleuse um ihrer Nebenvortheile willen zweckmäfsig. Beim Betriebe haben sämtliche Thore den an sie zu stellenden Anforderungen durchaus entsprochen.

3. Die Portalbrücke am Oberhaupt der Schleuse.

Hierzu Abb. 7 auf Bl. 11 und die Abbildungen auf Bl. 14.

Die Portalbrücke soll nur von leichtem Fuhrwerk befahren werden und ist dementsprechend für ein Wagengewicht von 4 t berechnet. Sie hat eine nutzbare Breite von 4 m erhalten, ihre Lichtweite beträgt, übereinstimmend mit der Weite der Schleuse, 12 m. Die Fahrbahn besteht aus einem oberen Querbohlenbelag von 4 cm Stärke und unteren Querbohlen von 7,5 cm Stärke. Die Bohlen jeder der beiden Klappen liegen, wie die Abb. 1 u. 2 auf Bl. 14 zeigen, auf fünf Längsträgern aus I-Eisen auf, die durch Querverbände an ihren Enden und durch Kreuzverbände in der Höhe des unteren Flansches zu einer festen Tafel mit einander verbunden sind. Die Klappen haben, einer Forderung der Landespolizeibehörde entsprechend, nur eine Steigung von 1:100 erhalten, und deshalb war es unmöglich, die Klappen gegen einander stemmen zu lassen. Zwischen denselben ist vielmehr ein Schlitz gelassen, dessen Weite bei mittlerer Luftwärme 1 cm beträgt. Die Unterstützung der Klappen erfolgt einmal auf dem Schleusenmauerwerk, und zwar dort für jeden Längsträger besonders durch kleine Auflager, und zweitens in einer Entfernung von 2 m von dem freien Ende der Klappen durch schrägstehende, unter den Klappen befindliche Streben. (Sieh die Abb. 3 bis 5 auf Bl. 14). Diese Streben unterstützen jedoch nicht jeden einzelnen der fünf Längsträger, sondern sie greifen an den Enden eines die fünf Längsträger verbindenden Querträgers an. Dieser Querträger ist 2 m vom freien Ende der Klappe entfernt angeordnet, weil dort das vom Eigengewicht der Klappe und der Verkehrslast in den Längsträgern hervorgerufene gröfste Biegungsmoment ungefähr dieselbe Gröfse hat, wie das zwischen dem Querträger und dem Auflager auf dem Mauerwerk entstehende gröfste Moment. Die Querträger bestehen aus je zwei oberhalb und unterhalb der Längsträger liegenden und mit ihren Flanschen vernieteten Winkeleisen, die durch ein an den Längsträgern unterbrochenes Stehblech gegen einander versteift sind. Das Stehblech ist mit den Längsträgern unter Zuhülfenahme von Winkeleisen vernietet. Die beiden Streben jeder Brückenklappe, die durch Quer- und Kreuzverbände zu einem festen Rahmen verbunden sind, stützen sich mit dem oberen Ende gegen eichene Klötze, die leicht auswechselbar unter dem Querträger angeschraubt sind; an dem unteren Ende jeder Strebe ist ein Stahlgufsstück angebracht, das zwischen die Backen eines Lagerschuhes eingreift und mit ihnen durch einen stählernen Bolzen verbunden ist, um den sich die Strebe drehen kann. Beim Oeffnen der Klappen müssen auch die Streben aus der Durchflufsöffnung der Brücke entfernt werden, und diesem Zwecke dient für jede Strebe ein Stab, der die Strebe und den äufsersten Längsträger mit einander verbindet und an beiden Anschlufsstellen Drehgelenke besitzt. Die Lage dieser Streben ist, wie aus der Abb. 3 Bl. 14 ersichtlich, so gewählt, dafs die Verlängerung der Stab-Mittellinien nahezu durch den Drehzapfen der Brückenklappen hindurchgeht. Beim Beginn des Oeffnens der Brücke wird infolge dessen das Verhältnifs der Winkelgeschwindigkeiten der Brückenklappe einerseits und des Stabes anderseits so grofs wie möglich, und dadurch wird ein sicheres Abheben der Klappe von den Streben und ebenso beim Schliefsen der Brücke ein ruhiges Auflegen der Klappe auf die Streben erreicht. Aufserdem sind die durch den Verkehr hervorgerufenen Bewegungen und Durchbiegungen der äufseren Längsträger, da sie ungefähr senkrecht zu den Verbindungsstäben gerichtet sind, von nur geringem schädlichen Einflufs auf die Stäbe und deren Gelenke, und einer Uebertragung von Kräften zwischen den Längsträgern und den Streben durch die Stäbe ist thunlichst vorgebeugt.

Infolge der Anordnung der Streben entstehen in den beiden äufseren Längsträgern der Brückenklappen unter dem Einflufs des Eigengewichtes und der Verkehrslast Zugkräfte. Zur Aufnahme derselben sind diese beiden Längsträger insofern besonders geeignet, weil sie nach der Anordnung der Klappen aus Eigengewicht und Verkehrslast nur etwa halb so hohe Spannungen erhalten wie die mittleren Träger. Die Zugkraft beträgt für jeden der beiden äufseren Längsträger bei der höchsten Belastung der Klappe etwa 8 t. Die Uebertragung dieser Kräfte auf das Widerlags-Mauerwerk der Brücke erfolgt durch die Drehzapfen der Brückenklappen und die Lager dieser Zapfen.

Aus den Abb. 1 u. 3 Bl. 14 ist die Anordnung dieser Theile zu ersehen. Besonders sei darauf aufmerksam gemacht, dafs die Bronce-Buchsen, in denen sich die Drehzapfen bewegen, sowohl nach oben wie nach unten und nach hinten mit Spielraum in den gufseisernen Lagerkörpern beweglich sind. Während die Brücke geschlossen ist, werden infolge dessen nur die durch die Streben hervorgerufenen, in der Achse der äufseren Längsträger wirkenden Zugkräfte von dem Lagerkörper aufgenommen. Die an den landseitigen Enden der Brückenklappen unter der Einwirkung des Eigengewichtes der Klappen und der Verkehrslast entstehenden Auflagerdrucke werden durch kleine unter jedem Längsträger angeordnete Auflager auf das Mauerwerk übertragen. Beim Oeffnen der Brücke drehen sich die Brückenklappen infolge dieser Anordnung so lange um die Lager der Längsträger, bis die Bronce-Buchse im Lagerstuhl zum festen Aufliegen gelangt ist, dann erst beginnt die Drehung der Klappen um die Zapfen. Beim Schliefsen der Brücke wiederholt sich derselbe Vorgang in umgekehrter Folge. Der Spielraum zwischen der Bronce-Buchse und dem Lagerkörper ist angeordnet worden, damit die Drehzapfen bei geschlossener Brücke nie durch lothrechte Kräfte belastet werden können.

An den äufseren Enden der die Längsträger mit einander verbindenden und unterstützenden Querträger sind die Aufzugketten der Brückenklappen gelenkartig befestigt. In gleicher Weise sind diese Ketten mit den der Brücke zugekehrten Enden der Ruthen verbunden. Die Ruthen sind, wie die Abb. 6 u. 7 Bl. 14 zeigen, als eiserne Gitterträger mit Gurten aus ⊥-Eisen gebildet. An den Enden, am Drehpunkt und an den Stellen, wo die Querverbände zwischen den beiden zu einer Brückenklappe gehörenden Ruthen angeordnet sind, ist das Gitterwerk durch Bleche ersetzt. Die Ruthen werden von schmiedeeisernen Portalsäulen getragen; ihr Drehpunkt ist so gelegt, dafs die Angriffspunkte der Aufzugsketten an der Brückenklappe und den Ruthen, sowie die Mitten der Drehzapfen der Brückenklappen und der Ruthen je in einer Ecke eines Parallelogrammes liegen. Zwischen zwei die landseitigen Enden eines jeden der beiden Ruthenpaare verbindende Träger ist das Gegengewicht eingebaut. (Sieh die Abb. 7 u. 8 Bl. 14). Es ist nach seiner Gröfse und seiner Lage so berechnet, dafs der Gesamtschwerpunkt der beim Oeffnen und Schliefsen der Brücke zu bewegenden Massen während jedes Augenblickes der Bewegung thunlichst dieselbe Höhenlage beibehält, sodafs die zu leistende Arbeit nach Möglichkeit auf die Ueberwindung der in den Zapfen usw. auftretenden Reibungswiderstände beschränkt ist. Die bezüglichen Berechnungen sind nach den von Sympher in einem Aufsatze in der Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1885 S. 541 u. f. gemachten Angaben durchgeführt. Eine vollständige Ausgleichung liefs sich nicht erzielen, da sich einmal das Geländer während des Hebens der Brückenklappe niederlegt, da ferner das Gewicht der Streben in den verschiedenen Lagen veränderliche Kräfte auf die äufseren Längsträger ausübt, und da endlich der Bohlenbelag der Brückenfahrbahn je nach seinem Feuchtigkeitsgehalt ein verschiedenes Gewicht hat. Die Ausgleichung ist jedoch so gut gelungen, dafs die beim Oeffnen und Schliefsen der Brücke bei ruhigem Wetter zu äufsernden Kräfte sehr gering sind. Bei stürmischem Wetter erfordert dagegen das Schliefsen der Klappen gröfsere Kräfte. Mifsstände haben sich jedoch bisher noch nicht ergeben; insbesondere tritt eine übermäfsige Anstrengung der Brückenwärter um deswillen nicht ein, weil die sich vor der geöffneten Brücke schnell versammelnden Menschen jederzeit geneigt sind, die Brückenwärter in ihrer Thätigkeit zu unterstützen. Das Gegengewicht besteht aus einzelnen etwa 19 kg schweren Gufseisenplatten, die sich leicht abnehmen lassen, sodafs Veränderungen an der Gröfse des Gegengewichtes schnell und ohne Schwierigkeit vorgenommen werden können.

Die Portalsäulen sind sehr kräftig und sehr steif ausgebildet. Sie bestehen aus einem I-Eisen, zwei Kopfplatten und vier die Kopfplatten säumenden Winkeleisen. Wie aus den Abb. 9 bis 13 auf Bl. 14 ersichtlich ist, werden die Säulen durch Schrägstreben, die in etwa zwei Drittel der Säulenhöhe angreifen, gestützt. Dadurch ist erreicht worden, dafs am Fufs der Säulen keinerlei Biegungs-Spannungen auftreten. Die Säulen übertragen auf das Schleusenmauerwerk nur Druckkräfte, und deshalb genügten einige Steinschrauben zur Verbindung des Säulenfufses mit dem Mauerwerk. Die Schrägstreben mufsten aber so mit dem Mauerwerk verbunden werden, dafs sie sowohl Druckkräfte wie auch Zugkräfte mit Sicherheit übertragen können. Am oberen Theil der Portalsäulen mufsten die Kopfplatten nach hinten verbreitert und aufserdem erheblich verstärkt werden, weil sie hier das Lager für die Drehachse der Ruthen bilden. Diese Drehachsen sind soweit hinter die Mitte der Portalsäulen gelegt, dafs die Ruthen beim Oeffnen der Brücke die senkrechte Stellung annehmen können. In den Abb. 9 bis 11 Bl. 14 sind die Einzelheiten dieser Anordnung dargestellt. Zwischen den beiden zu einem Portal gehörigen Säulen ist als Verbindungsglied ein kastenförmiger Gitterträger eingebaut.

Das Geländer der Brücke ist so eingerichtet, dafs es sich beim Oeffnen der Klappen nach dem freien Klappen-Ende zu umlegt. Es ist dies durch das Einschalten zweier Gelenkglieder in die Handleiste zwischen der Portalsäule und dem ersten auf dem Mauerwerk stehenden festen Geländerpfosten erreicht. Die Geländerpfosten auf der Brücke werden durch eine am Fufsgelenk befindliche Nase, die sich gegen ein festes Blech lehnt, daran verhindert, sich landseitig umzulegen.

Die Kosten der Brücke haben gegen 10 400 ℳ betragen, dabei wurde 1 t Eisenwerk mit rund 270 ℳ bezahlt.

4. Die Klappbrücke.

Hierzu Abb. 6 auf Bl. 11, Abb. 10 u. 11 auf Bl. 12, Abb. 11 bis 15 auf Bl. 13 und Abb. 6 bis 10 auf Bl. 16.

Die Klappbrücke soll für die Ueberführung von schwerem Fuhrwerk dienen und ist dementsprechend für 7,5 t schwere Wagen berechnet. Die Breite der beiderseitig angeordneten Fufswege beträgt je 1,25 m, die Fahrbahn ist 5,0 m breit, sodafs sie von zwei Wagen mit dem oben angegebenen Gewicht gleichzeitig befahren werden kann. Der Ueberbau der Brücke besteht aus zwei um eine wagerechte Welle drehbaren Klappen, die im geschlossenen Zustande die 12 m weite Schleusenöffnung, wie Abb. 10 u. 11 auf Bl. 12 zeigen, je zur Hälfte überspannen, und aus den Ueberdeckungen der Kammern, die im Schleusen- bezw. Brückenwiderlager-Mauerwerk für den hinter der Drehachse liegenden, das Gegengewicht tragenden Theil der Klappe ausgespart werden

mufsten. Jede Klappe hat zwei als Blechträger ausgebildete, in 4,7 m Entfernung von einander liegende Hauptträger. Zwischen diese ist an dem der Schleuse abgekehrten Ende der Kasten für das Gegengewicht eingebaut. Die aus einem 6,5 cm starken oberen Querbohlenbelag und einem unteren 12 cm starken Längsbohlenbelag bestehende Fahrbahntafel stützt sich auf Querträger aus **I**-Eisen (Normal-Profil Nr. 30), die zwischen die Hauptträger eingebaut sind. Für die Fufswege sind an den Hauptträgern aus Winkeleisen und Knotenblechen gebildete Kragträger angeordnet, die durch ein Längs-**U**-Eisen und durch Kreuzverbände mit einander verstrebt sind. Auf den Obergurten der Kragträger liegt zunächst ein als Futter dienender Holzbalken und auf diesem der aus 5 cm starken, eichenen Längsbohlen bestehende Fufswegbelag. (Sieh hierzu die Abb. 11 bis 13 auf Bl. 13.)

Die Abdeckung der im Mauerwerk ausgesparten Kammern wird von zwei Blechträgern getragen, die senkrecht zur Brückenachse liegen. Zwischen diese Blechträger sind **I**-Eisen (Normal-Profil Nr. 20) eingebaut, auf deren untere Flansche Zores-Eisen gelegt sind. Die Zwischenräume zwischen diesen Eisen sind durch flach verlegte Ziegelsteine überdeckt. Die Fahrbahn besteht aus Granitsteinpflaster auf Kiesunterbettung, an den Uebergangsstellen von der Abdeckung der Kammern auf den beweglichen Theil der Brücke ist ein Stahlgufsstück angeordnet, dessen Form so gewählt ist, dafs der unvermeidbare Spalt möglichst klein wird.

Wenn die Brücke geöffnet werden soll, dann wird jede der beiden Klappen um eine wagerechte Welle gedreht, die mit den beiden Hauptträgern fest verbunden ist. Das Gegengewicht ist so grofs und in solchem Abstande von der Welle und in solcher Höhenlage angebracht, dafs der Gesamtschwerpunkt der Klappe und des Gegengewichtes genau mit der Wellenmitte zusammenfällt. Infolge dessen sind beim Oeffnen und Schliefsen während windstillen Wetters nur die Reibungswiderstände in den Wellenlagern zu überwinden. Zur vollständigen Oeffnung der Brücke mufs jede Klappe um 75° gedreht werden. Ist die Brücke geschlossen und frei von jeder Verkehrslast, dann ruht sie ebenso wie während der Bewegung mit dem ganzen Gewicht der Klappen und der Gegengewichte in den Lagern der Drehachse. Wären weiter keine Unterstützungen der Klappen vorhanden als diese Lager, so würden die in ihrem Gewicht vollständig ausgeglichenen Klappen sich unter jeder Verkehrsbelastung in Bewegung setzen. Um dieses zu verhindern, wurde zunächst zwischen der Drehachse und der Vorderkante des Schleusenmauerwerks für jeden Hauptträger der Klappen ein festes Auflager angeordnet (Abb. 13 bis 15 auf Bl. 13). Diese Auflager erhalten auch bei der unbelasteten Brücke einen gewissen Druck, weil die Hauptträger nicht vollständig steif sind, sondern sich unter der Einwirkung ihres eigenen Gewichtes, sowie der Belastung durch die Querträger und die Fahrbahntafel etwas durchbiegen, sie werden aber besonders dann belastet, wenn sich die Verkehrslast nahe dem Ende der Klappen befindet. Dann kann unter Umständen das Moment der Verkehrslast, bezogen auf die Auflager als Drehpunkt, so grofs werden, dafs die Klappen das Bestreben haben, derart um die Auflager zu kippen, dafs sich die Enden der Klappen senken und das Gegengewicht in die Höhe geht. Um solch einen Fall auszuschliefsen, sind für die Gegengewichts-Enden der beiden Hauptträger jeder Klappe sogenannte negative Auflager geschaffen. Dieselben bestehen aus eisernen mit dem Widerlagermauerwerk der Brücke gut verankerten Schleifen, die am oberen Ende ein kräftiges Querhaupt haben, welches jede Bewegung der Gegengewichts-Arme nach oben verhindert, während die Bewegung nach unten durch die Schleifen nicht behindert wird. Diese negativen Auflager haben eine Nachstellvorrichtung nicht erhalten, weil sie nur sehr selten in Wirksamkeit kommen werden; dagegen sind die festen Auflager auf Keile gestellt worden, um jederzeit eine Aenderung ihrer Höhenlage vornehmen zu können.

Ist die eine Klappe der Brücke durch den Verkehr stark, die andere wenig oder gar nicht belastet, dann entsteht infolge der Durchbiegung der belasteten Klappe ein Höhenunterschied an der Fuge zwischen den beiden Klappen. Da dieser Höhenunterschied sich unangenehm bemerkbar machen würde, wenn ein Wagen von der einen zur anderen Klappe übergeht, so wurde dafür Sorge getragen, dafs jede Belastung eines Klappen-Endes thunlichst auf die zweite Klappe übertragen wird. Zu diesem Zweck sind an den Hauptträgern der Klappen gufsstählerne Finger angebracht, die mit dem Hauptträger der einen Klappe fest verbunden sind und auf die andere übergreifen. Diese Anordnung, deren Einzelheiten aus den Abb. 9 u. 10 Bl. 16 zu ersehen sind, macht es nothwendig, dafs stets beide Klappen gleichzeitig geöffnet und von dem Eingriff der Finger an auch gleichzeitig geschlossen werden. Der Spalt zwischen den beiden Klappen hat in der Fahrbahn eine Breite von 25 mm und wird abgedeckt durch ein Riffelblech, das in einem in den Bohlenbelag eingearbeiteten Falz eingelegt wird, sodafs Pferde mit ihren Stollen nicht in den Spalt gerathen können. In den Fufswegen ist der Zwischenraum zwischen den Klappen nur 1 cm breit.

Die Wellen, um die sich die Klappen beim Oeffnen und Schliefsen drehen, bestehen aus vier Theilen. Der Theil zwischen den beiden Hauptträgern jeder Klappe ist in der aus den Abb. 6 u. 7 Bl. 16 ersichtlichen Weise aus vier Phönixeisen und vier zwischen die Schenkel dieser Eisen gelegten Flacheisen gebildet. Die Anschlüsse an die beiden Hauptträger sind aufser durch Winkeleisen auch noch durch je zwei wagerechte und zwei lothrechte Aussteifungen gesichert. Die beiden an den Aufsenseiten der Hauptträger anschliefsenden Theile der Drehwelle sind im Anschlufs an diese Träger vollständig gleich ausgeführt und bestehen aus Gufsstahl. Während aber der nach der Ober-Eider zu gelegene Wellentheil in einem Zapfen für ein Lager endet, endigt der nach der Unter-Eider zu gelegene Theil in einem Flansch für die feste Kupplung, durch die er mit dem vierten Theil der Welle verbunden ist. Dieser letzte Theil trägt zwischen zwei Lagern einen Zahnrad-Quadranten, in den ein von der Windevorrichtung zum Bewegen der Klappen getriebenes Stirnrad eingreift. Die beiden Lager neben den Hauptträgern haben nicht nur während der Bewegung der Klappen das Gewicht derselben und die auf sie etwa einwirkenden wagerechten Kräfte, wie sie der Wind hervorruft, auf das Mauerwerk der Schleuse zu übertragen, sondern sie haben auch, wenn die Brücke geschlossen ist, bei gewissen Stellungen der Verkehrslast diese zu übernehmen. Dementsprechend sind die Lager sehr kräftig ausgebildet. Damit auf die Lagerdeckel keine

Kräfte einwirken können, wenn sich die geschlossene Klappe unter der Einwirkung der Verkehrslast derartig durchbiegt, dafs der Theil der Hauptträger, an den die Drehachse angeschlossen ist, eine Aufwärtsbewegung macht, sind unter die Muttern der Lagerdeckel-Schrauben Unterlagsplatten aus Gummi gelegt, die ein Heben der Deckel gestatten. Die Lager selbst sind nur im unteren Theil mit Bronce-Lagerscheiben ausgerüstet, weil nur dieser Theil der Lager während der Bewegung der Klappen belastet ist. Das Stirnrad, welches in den auf der Drehachse der Brückenklappen befestigten Zahnrad-Quadranten eingreift, ist unterhalb dieses Quadranten angeordnet und sitzt mit einem Kettenrad auf einer gemeinschaftlichen Welle. Die bisher erwähnten Wellen, Lager und Räder befinden sich sämtlich in Aussparungen im Schleusenmauerwerk, die weiteren Theile der Windevorrichtung sind in einem eisernen Häuschen untergebracht, das in Höhe der Schleusenoberkante aufgestellt ist. Die Kraftübertragung zwischen den beiden Theilen der Bewegungsvorrichtungen wird durch Gallsche Ketten vermittelt; die Windevorrichtung, die in den Abb. 7 u. 8 Bl. 16 zur Darstellung gebracht ist, kann entweder unter Einschaltung aller Vorgelege betrieben werden oder unter Ausschaltung der gröfseren im Verhältnifs $\frac{50}{12}$ stehenden Uebersetzung. Bei ruhigem, windstillem Wetter läfst sich jede Klappe durch einen Arbeiter, der in der Secunde 10 kgm leistet, in 2 Minuten und 40 Secunden öffnen oder schliefsen, wenn der Gleichwerth der Zapfenwirkung zu 0,2 und der Wirkungsgrad des gesamten Rädergetriebes zu 0,67 angenommen wird. Beim Betriebe hat sich ergeben, dafs diese Annahmen eher etwas zu ungünstig als zu günstig sind, ein Arbeiter öffnet und schliefst eine Klappe ohne Anstrengung in etwa 2 Minuten. Bei stürmischem Wetter erfordert die Bewegung der Klappen mehr Zeit. Für einen Winddruck von 50 kg auf 1 qm senkrechter Fläche berechnet sich die erforderliche Zeit, wenn zwei Arbeiter mit je 15 kgm Leistung an der Kurbel thätig sind, im übrigen aber dieselben Annahmen gemacht werden wie oben, zu etwas über 3 Minuten. Dabei ist die Bewegung der Klappen nicht gleichförmig. Beim Oeffnen bieten sie zunächst dem Winde eine kleine Angriffsfläche, die sich allmählich vergröfsert, je mehr sich die Stellung der Klappen der Lothrechten nähert. Bei gleichbleibender Leistung der Arbeiter mufs also das Oeffnen zunächst verhältnifsmäfsig schnell vor sich gehen und gegen Ende der Bewegung immer langsamer werden. Beim Schliefsen der Klappen gegen entgegengesetzt gerichteten Wind mufs naturgemäfs der umgekehrte Vorgang eintreten. Eine nicht unwesentliche Erschwerung für die Bewegung der Klappen könnte durch die Veränderung des Gewichtes der hölzernen Fahrbahntafel bei wechselnder Witterung herbeigeführt werden. Wird der Gewichtsunterschied des trocknen und des gänzlich durchnäfsten Eichenholzes nur zu 100 kg für 1 cbm angenommen, dann würde der lange Arm bei nasser Witterung ein Uebergewicht von 770 kg, an einem Hebelsarm von 3,68 m wirkend, erhalten, sofern das Gegengewicht so bemessen ist, dafs die Klappe mit trockenem Bohlenbelag gerade im Gleichgewicht ist. An Zeit zum Oeffnen der Klappe würden dann, wenn ein Mann mit 20 kgm Arbeitsleistung an der Winde thätig ist, 4 Minuten und 36 Secunden erforderlich sein. Infolge dessen ist das Gegengewicht so grofs bemessen, dafs es einem mittleren Feuchtigkeitsgehalt des Fahrbahnbelages entspricht, und es ist so angeordnet, dafs es bei trockener Witterung leicht etwas verkleinert, in nassen Zeiten leicht etwas vergröfsert werden kann.

Beim Betriebe hat sich die Klappbrücke durchaus bewährt. Die Kosten derselben haben einschliefslich der Bewegungsvorrichtungen und des Bohlenbelages der Fahrbahn und der Fufswege ungefähr 42 000 ℳ betragen. Dabei kostete 1 t Eisen oder Stahl im Durchschnitt 370 ℳ.

5. Die Eisenbahnbrücke über die Ober-Eider.

Bei der Wahl der Lage der Brücke mufste sowohl darauf Rücksicht genommen werden, dafs die Krümmungsverhältnisse der Eisenbahnverlegung günstige wurden, wie auch darauf, dafs ein guter und schlanker Anschlufs des Schleusen-Untercanals an die in der Ober-Eider bestehende Schiffahrtsrinne gewonnen wurde. Aufserdem aber durfte der Schiffsverkehr zwischen der Ober- und Unter-Eider, der durch die bestehende Rendsburger Schleuse vermittelt wurde, während der Herstellung der Bahnverlegung und der Brücke möglichst wenig gestört werden. Da die Brücke als Drehbrücke gebaut werden mufste und in Rücksicht auf eine leichte Bewegung während windigen und stürmischen Wetters gleicharmig hergestellt werden sollte, so wurde die Lage der neuen Brücke so gewählt, dafs die bisherige Schiffahrtsstrafse durch die nördliche Oeffnung hindurchführte, während die südliche Drehöffnung den Zugang zu der neuen Schleuse gewährt. Die Brücke hat aufser den beiden Drehöffnungen noch eine dritte südlich von der Fahrrinne gelegene mit einem festen Ueberbau versehene Oeffnung. Der Bau dieser letzteren Oeffnung wurde nothwendig, weil der Stadt Rendsburg Gelegenheit gegeben werden sollte, eine Strafse unter dieser Brücke hindurch nach dem von der preufsischen Bauverwaltung an der Ober-Eider hergestellten Lösch- und Ladeplatz anzulegen. Die allgemeine Anordnung und die Lage der Eisenbahnverlegung und der Brücke ist aus dem Lageplan Abb. 4 auf Bl. 11 zu ersehen, in der Text-Abb. 128 ist eine im September 1893 nach der vollständigen Fertigstellung der Brücke und ihrer Leitwerke hergestellte photographische Aufnahme wiedergegeben. Die Lichtweite der Drehöffnungen, gemessen in der Richtung der Eisenbahnlinie, beträgt je 22 m, die Stützweite der Landöffnung 19,5 m. Die aus Schweifseisen hergestellten Ueberbauten sind für zwei Eisenbahngleise mit 3,6 m Gleisabstand angeordnet. Die Untergurte der Hauptträger sind wagerecht, die Obergurte sind nach einer Parabel gekrümmt. Wenn die Brücke geschlossen ist, dann ruht sie mit beiden Enden und in der Mitte auf Auflagern. Die Endauflager sind als Kniehebel ausgebildet, sie können durch ein von der Brückenmitte aus bewegtes, allen vier Hebeln gemeinsames Gestänge gehoben und gesenkt werden. Das mittlere Auflager wird durch den Drehzapfen gebildet, um den die Brücke beim Oeffnen und Schliefsen schwenkt. Um den Drehzapfen von einem Theil der Verkehrslast zu entlasten, sind unter der Mitte jedes Hauptträgers feste Auflager angeordnet, die jedoch erst dann in Wirksamkeit treten, wenn sich die beiden Querträger, die das Gewicht der Brücke und der Verkehrslast auf den Drehzapfen übertragen, an ihren Enden derart durchgebogen haben, dafs der 1,5 mm betra-

gende Spielraum zwischen den festen Auflagern und der Unterfläche der an den Hauptträgern angebrachten Lagerstühle verschwunden ist. Während der Drehung sichern vier Laufräder die Brücke gegen Kippen um den Drehzapfen. Die Bewegung der Brücke geschieht mit Hülfe eines durch Steckschlüssel betriebenen Windewerks, dessen letztes Zahnrad in einen auf dem Drehpfeiler verlegten Zahnkranz eingreift. Die Brücke kann um 360° gedreht werden.

Diese kurzen Angaben mögen genügen, da weder die Ueberbauten noch die Bewegungsvorrichtungen der Brücke besonders bemerkenswerthes bieten. Die beiden Landpfeiler sind auf Beton zwischen hölzernen Spundwänden gegründet, die beiden mittleren Pfeiler wurden unter Verwendung von Luftdruckgründung hergestellt. Bei dieser letzteren Gründung wurden einige Neuerungen eingeführt. Da dieselben auch bei der Gründung der Pfeiler für die Drehbrücken über den Kaiser Wilhelm-Canal bei Osterrönfeld zur Anwendung kamen und die Herstellung dieser Brücken im weiteren Verlauf dieser Veröffentlichung eingehend besprochen werden wird, so wird hier von einer Erörterung der Luftdruckgründungen in der Ober-Eider Abstand genommen. Das Mauerwerk der Pfeiler ist, soweit es nicht aus Beton besteht, aus Ziegelsteinen mit Cementmörtel hergestellt, sämtliche Aufsenflächen erhielten eine Verblendung mit Klinkern, die Architekturglieder, die Abdeckplatten der Pfeiler und die Auflagerquader der Brücken bestehen aus bayerischem Granit.

Die Brücke über die Ober-Eider liegt zwischen den Bahnhöfen Rendsburg und Büdelsdorf der von Neumünster über Flensburg nach Jütland führenden Eisenbahn. Beide Bahnhöfe liegen der Brücke ziemlich nahe. Die Anordnung der Fahrtsignale und der Verrieglung der Brücke ist so getroffen, dafs die Brücke nur geöffnet werden kann, wenn das Signal bei der Brücke auf „Halt“ steht und sowohl der dienstthuende Beamte auf Bahnhof Rendsburg wie auf Bahnhof Büdelsdorf die Verrieglung der Brücke freigegeben haben. Mit der Entrieglung der Brücke wird auch das Fahrtsignal auf Halt festgestellt. Die zu diesem Zweck hergestellten Anlagen sind in gleicher Weise bei den Drehbrücken zu Osterrönfeld ausgeführt worden und werden bei der Besprechung dieser Brücken im einzelnen dargelegt und erläutert werden.

Um die Brückenpfeiler gegen das Anfahren von Schiffen zu sichern, ist die bis zur neuen Schleuse führende Durchfahrt beiderseits mit hölzernen Leitwerken versehen, wie aus dem Lageplan Abb. 4 auf Bl. 11 ersichtlich ist. Das Leitwerk auf der Südseite der Fahrrinne ist begehbar hergestellt und an beiden Enden mit dem Lande verbunden. Es soll das Treideln von Schiffen ermöglichen. Das nördliche Leitwerk besteht aus vierpfähligen Pfahlbündeln und Schwimmflöfsen, die sich dem zwischen + 19,27 und + 20,27 wechselnden Wasserstande entsprechend heben und senken.



Abb. 128. Eisenbahndrehbrücke über die Ober-Eider bei Rendsburg.

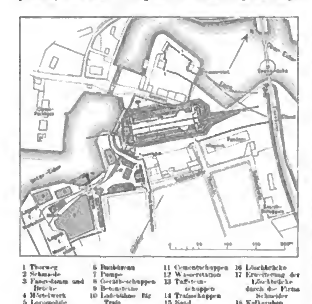
6. Der Ober- und Untercanal der Schleuse.

Im Anschlufs an die Schleuse bildet sowohl die Mittellinie des Ober- wie des Untercanals auf 80 m Länge eine Gerade mit anschliefsenden Krümmungen von 450 m Halbmesser. Die Sohlenbreite beträgt 20 m, die Tiefe in dem Canal nach der Ober-Eider bei mittlerem Wasserstande im Kaiser Wilhelm-Canal durchweg 5,23 m. In dem Canal nach der Unter-Eider ist diese Tiefe nur in der geraden Strecke vorhanden, vom Ende derselben steigt die Sohle allmählich bis zur natürlichen Flufssohle an. Auf die ersten 5 m Länge von der Schleuse ab ist die Sohle durch ein Betonbett, auf weitere 35 m durch kräftige Sturzbetten gegen Auskolkungen gesichert. Die Einfahrt in die Schleuse wird sowohl in der Ober-Eider wie in der Unter-Eider durch beiderseitig der Mittellinie angeordnete Leitwerke mit Schwimmflöfsen erleichtert.

7. Die Bauausführung.

Mit den vorbereitenden Arbeiten für den Schleusenbau wurde im Januar 1891 begonnen. Da die Schleusenbaugrube, wie der Lageplan Text-Abb. 129 zeigt, mit ihrer nordwest-

lichen Ecke in die Unter-Eider hineinreichte, mufste hier zunächst ein Fangedamm hergerichtet werden. Dieser Fangedamm wurde zugleich für die Anlage einer Strafse benutzt, die an Stelle der die Baustelle kreuzenden und deshalb aufzuhebenden Thorstrafse die Verbindung Rendsburgs mit der Vorstadt Kronwerk und dem nördlich von Rendsburg gelegenen Landgebiet während der Dauer des Schleusenbaues vermittelte. Die Linienführung dieser Strafse ist aus der Text-Abb. 129 zu ersehen. Die Strafse bildete eine Verbindung der südlich von der Baustelle gelegenen westlichen Schleuskuhle mit dem Vorplatz vor den beiden über die alte Rendsburger Schleuse führenden Brücken. Diese Benutzung des Fangedammes zu einem Theil des Unterbaues der Strafse hat sich nicht durchweg als zweckmäfsig erwiesen. Es wurde mehrfach im Laufe der Bauausführung als Uebelstand empfunden, dafs eine Prüfung der Bodenausfüllung des Fangedammes und die Vornahme von Nacharbeiten daran durch die darüber liegende Strafsenfahrbahn sehr erschwert war und dafs sich deshalb nicht immer eine volle Dichtigkeit des Fangedammes erhalten liefs. In die Strafse mufste eine Unterführung eingebaut werden, die es ermöglichte, dafs die Abfuhr der an der Ober-Eider gelagerten Baumaterialien nach der engeren Schleusenbaustelle ohne Störung des Strafsenverkehrs erfolgen konnte.



1 Thorweg
2 Schmiede
3 Fangedamm und Brücke
4 Mörtelwerk
5 Locomobile
6 Baubureau
7 Pumpe
8 Geräthschuppen
9 Betonsteine
10 Ladebühne für Trafs
11 Cementschuppen
12 Wasserstation
13 Tuffsteinschuppen
14 Trafsschuppen
15 Sand
16 Löschbrücke
17 Erweiterung der Löschbrücke durch die Firma Schneider
18 Kalkgruben.

Abb. 129. Lageplan der Schleusenbaustelle in Rendsburg während der Betonirung.

Als im Juni 1891 die Strafse polizeilich abgenommen wurde, hatte bereits die öffentliche Verdingung der Erd-, Zimmer- und Maurerarbeiten für den Schleusenbau stattgefunden, und der Zuschlag war dem Bauunternehmer R. Schneider aus Berlin als dem Mindestfordernden ertheilt worden. Nach dem Bauplan sollte der Erdaushub bis zur Höhe von + 15,0 durch einen Trockenbagger bewirkt werden und zwar in zwei Schnitten. Das Gelände lag im Mittel auf der Höhe + 23,0, der erste Schnitt sollte bis zur Höhe + 18,5 hinabreichen, also 4,5 m betragen, sodafs für den zweiten Schnitt noch 3,5 m Höhe übrig blieben. Um die Baugrube für diese Arbeit wasserfrei zu halten, war an dem bereits bei der Beschreibung des Schleusenentwurfs erwähnten Schürfloch eine Kreiselpumpe von 20 cm Rohrdurchmesser aufgestellt, die von einer Locomobile von 25 ind. Pferdekräften getrieben wurde und das aufgepumpte Wasser in eine Leitung förderte, die unter der Schleuskuhle hindurch nach der Unter-Eider geführt war. Um einen etwaigen Rückstau nach der Schleusenbaugrube bei höheren Wasserständen der Unter-Eider zu verhindern, war die Rohrleitung heberförmig ausgebildet. Sehr bald nach dem Beginn des Trockenbaggerbetriebes stellte es sich heraus, dafs der Boden infolge seines starken Mergelgehaltes nur eine sehr langsame Entwässerung gestattete und bei der Bearbeitung sehr weich, in den unteren Schichten geradezu schwimmend wurde. Deshalb konnte der Aushub nicht mit der planmäfsigen Geschwindigkeit gefördert und die angenommene Schnitttiefe nicht überall beibehalten werden. Aufserdem hinderte das Schürfloch den Bagger in hohem Mafse in seiner Bewegungsfähigkeit, und endlich fanden sich in der Baugrube alte Baureste. Dieselben bestanden in mehreren Reihen von Spundwänden und in einer auf Pfahlrost gegründeten Trockenmauer. Die Mauer hatte ganz, die Spundwände zum gröfsten Theil unter der Thorstrafse gelegen, und sie waren deshalb bei den Bodenuntersuchungen nicht bemerkt worden. Alle diese Umstände wirkten zusammen, um die Innehaltung der für den Bodenaushub angesetzten Fristen unmöglich zu machen. Trotz Vertiefung des Pumpensumpfes auf + 12,0, trotz Einstellung eines Priestmannschen Krahnbaggers zum Entfernen der Baureste und trotz Unterstützung des Baggers durch Handlade-Schachte wurde es Anfang November, ehe die Baugrube vollständig bis zur Tiefe + 15,0 ausgehoben war. Auch ein zur Förderung der vom Bagger gelösten Bodenmengen aus der Baugrube in Betrieb genommener Gummituch-Elevator hatte sich bei dem weichen, mergelhaltigen Boden nicht bewährt; seine durchschnittliche Tagesleistung betrug nur 200 cbm, während 800 cbm vorgesehen waren. Für den Bodenaushub, der nach den vor Beginn der Arbeit berechneten Querschnitten gegen 40000 cbm betragen sollte, infolge von Rutschungen und von im Interesse des Arbeitsbetriebes hergestellten Rampen auf ungefähr 42000 cbm anwuchs, sind etwas über vier Monate gebraucht worden.

Noch ehe die Baugrube überall bis zur Höhe + 15,0 ausgetieft war, wurde in der Nordostecke der Schleuse, wo der Erdaushub am weitesten vorgeschritten war, mit dem Rammen der Spundwände begonnen. Verwandt wurden Menck und Hambrocksche Dampfkunstrammen, von denen zeitweilig fünf Stück im Betriebe waren. Die Arbeit dauerte vom 15. September bis zum 9. December 1891, der Arbeitsfortschritt war an den einzelnen Stellen sehr verschieden, da der Untergrund stark ungleichmäfsig war und vielfach Hindernisse vorgefunden wurden. Theilweise mufste beim Hinabtreiben der Spundpfähle Wasserspülung zu Hülfe genommen werden, jedoch wurde hiervon in möglichst geringem Mafse Gebrauch gemacht, weil die Wasserspülung Setzungen und Rutschungen in den in der Nähe befindlichen Böschungen und Banketten herbeiführte. Solche Rutschungen mufsten aber besonders auf der Nordwestseite der Baugrube nach Möglichkeit vermieden werden, weil die an der Strafse Kronwerk gelegenen Wohn- und Geschäftshäuser dadurch

gefährdet wurden. Einige kleine Risse entstanden in diesen Gebäuden durch Setzungen des Untergrundes, die dadurch herbeigeführt wurden, dafs infolge der Trockenhaltung der Schleusenbaugrube zugleich ein Absinken des Grundwasserstandes in dem benachbarten Gelände eintrat. Am meisten gefährdet war das an der Gabelung des Kronwerks und der Thorstrafse gelegene Eckhaus. Dasselbe lag der Baugrube so nahe, dafs die planmäfsigen Böschungen an dieser Stelle nicht durchgeführt werden konnten und durch abgesteifte Bohlwände ersetzt werden mufsten. Der Aushub zwischen den Spundwänden sollte nach dem Bauplane in der bis zur Spundwand-Oberkante trocken gehaltenen Baugrube mittels Priestmannscher Bagger unter Wasser erfolgen. Da der Aushub bis zur Höhe + 15,0 sehr viel mehr Zeit erfordert hatte, als für diese Arbeit vorgesehen war, auch der zu fördernde Mergelboden nach den bisherigen Erfahrungen, so lange er sich unter Wasser befand, dem Lösen einen erheblichen Widerstand entgegensetzte, so wurde beschlossen, von dem Bauplane abzuweichen und den Bodenaushub zwischen den Spundwänden unter Absenkung des Wasserstandes in der Baugrube bis zu der auf + 12,0 liegenden Sohle durch einen Trockenbagger zu bewirken. Das Baggergut sollte dabei durch den Gummituch-Elevator in die Wagen, die auf einem in der Höhe + 23,0 liegenden Gleis standen, gefördert und am Ufer der Ober-Eider abgelagert werden. Diese Arbeitsweise machte die Anordnung von Absteifungen zwischen den Spundwänden unmöglich, und deshalb mufsten die Wände nach hinten verankert werden, auch mufste der Pumpensumpf bis unter die Sohle der Baugrube vertieft werden. Die Verankerungen wurden in Entfernungen von 5 m von Mitte zu Mitte angeordnet, und zu ihrer Unterstützung sollte auf der Baugrubenseite der Spundwände überall ein oben 1,5, unten 4,5 m breiter Damm stehen bleiben, der erst nach dem Einbringen der Absteifungen mit Handbetrieb entfernt werden sollte. In dem gefährlichen Theile der Baugrube vor dem Eckhause am Kronwerk sollte soviel Boden stehen bleiben, dafs eine Gefahr für die Spundwand ausgeschlossen war. Nachdem die vorbereitenden Arbeiten ausreichend gefördert waren, konnte am 24. November 1891 der inzwischen auf die Sohle + 15,0 hinabgebrachte Trockenbagger in Betrieb gesetzt werden. Die Leistungen desselben blieben jedoch andauernd sehr schwach. Es war das einestheils dem Umstande zuzuschreiben, dafs die Absenkung des Grundwasserstandes nur bis 1 m über der Baugrubensohle gelingen wollte, zum anderen Theil aber dem Auftreten von Frösten, die die Leistungsfähigkeit des Elevators in hohem Mafse beeinträchtigten. Als in nahezu einem Monat nur 2100 cbm gefördert waren, wurde der Bagger aufser Betrieb gesetzt und der weitere Aushub durch Handbetrieb in Aussicht genommen. Es stand nunmehr der Herstellung der planmäfsigen Absteifung der Spundwände kein Hindernifs entgegen, und sie wurde zunächst in Angriff genommen. Die Text-Abb. 130 zeigt die Anordnung derselben. Es sei jedoch bemerkt, dafs die Sprengewerke an den Querwänden, die Verstärkung der Längsbalken im Anschlufs an die Sprengewerke und die Abstützung der Längsbalken an den Längsspundwänden der Baugrube erst nachträglich zur Ausführung gelangt sind. Das Gerippe der hölzernen Quer- und Längssteifen wurde durch 28 Säulen unterstützt, die infolge einer Sprengung der Quersteifen nach unten stets belastet waren. Diese Sprengung machte ein Ausweichen der Versteifung nach oben unmöglich. Jede Säule bestand aus zwei Theilen, einem hölzernen Rundpfahl und einer schmiedeeisernen Röhre mit breitem Fufs, wie sie in der Text-Abb. 131 dargestellt ist. Durch die Verwendung dieser Röhren war man der Nothwendigkeit enthoben, zur Unterstützung der Versteifung Pfähle bis unter die Sohle der Baugrube einzurammen und dadurch den Untergrund unter der Schleuse gegen Aufbrüche des Grundwassers zu verschwächen. Die Röhren mufsten bis zur Unterkante des Betonbettes hinab eingebracht werden, sie reichten nach oben ungefähr bis zur Oberkante der Gründung. Nach der Ausführung der letzteren wurden die hölzernen Pfähle aus den Rohren herausgezogen und die Hohlräume mit Beton ausgefüllt. Das Einbringen der Röhren gestaltete sich besonders dadurch sehr günstig, dafs infolge des unterdessen eingetretenen Frostes der Boden trocken und der Wasserzuflufs von aufsen nur gering war. Bei einer grofsen Anzahl der Röhren gelang es, das zum Einbringen erforderliche Loch fast bis zur vollen Tiefe trocken auszuheben. Die weitere Senkung erfolgte dann unter Zuhülfenahme einer Spülpumpe. Wo der Aushub der Löcher sich nicht im trocknen bewerkstelligen liefs, konnten die Röhren durch die Spülpumpe bei gleichzeitiger Belastung bis zur richtigen Tiefe abgesenkt werden.

Bemerk. Die gestrichelt dargestellten Steifen wurden nach der am 6. Februar 1892 eingetretenen Verdrückung der Spundwände angeordnet.

Abb. 130. Absteifung der Spundwände in der Rendsburger Schleusenbaugrube.

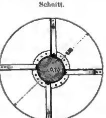


Abb. 131. Fufs für die Stützpfähle zur Absteifung der Spundwände. 1 : 30.

Nach Fertigstellung der Aussteifung wurden Mitte Januar 1892 die Erdarbeiten wieder aufgenommen und gingen anfänglich sehr gut von statten. Der Betrieb war so geregelt, dafs der gelöste Boden auf quer zur Längsachse der Baugrube eingelegten Karrbahnen nach Förderwagen geschafft wurde, die auf dem südwestlich von der

Schleuse gelegenen Bankett in der Höhe + 15,0 standen. Je vier dieser Wagen wurden durch zwei Locomotiven, von denen eine am vorderen, die andere am hinteren Ende des Zuges sich befand, über eine Rampe am östlichen Ende der Baugrube nach der Ober-Eider befördert und dort durch Kippen entleert. Nachdem auf diese Weise etwa 2800 cbm Bodenaushub bewältigt war, traten jedoch zwei Ereignisse ein, die eine abermalige Aenderung des Baubetriebes veranlafsten. Zunächst brach innerhalb der Baugrube, unmittelbar an der südlichen Querspundwand, eine Quelle auf, deren Trichter, wie die Peilungen ergaben, etwa 4,5 m unter die Baugrubensohle offen hinabreichte. Die Quelle zeigte eine wechselnde Ergiebigkeit, führte Sand mit sich und wanderte im Verlauf eines Tages etwa 2 m in die Baugrube hinein. Dabei hatte sich eine in der Spundwand vorhandene, durch zu dichtes Rammen entstandene, nach der Schleuse zu gerichtete Ausbauchung augenfällig vergröfsert, und der Boden hinter der Spundwand war erheblich eingesunken. Das zweite Ereignifs betraf die Spundwand der Schleusenbaugrube an einer Stelle, wo der Aushub bis zur Sohle bewirkt war. Infolge plötzlich eintretenden Thauwetters wurden die abgestützten Bodenmassen besonders weich, und unter der Einwirkung des nunmehr auftretenden grofsen Schubes begannen einzelne Spundbohlen an der in der Text-Abb. 132 mit *a* bezeichneten Stelle zu brechen. Dabei trat eine Verschiebung und Verdrückung der Versteifung ein, die zu der bereits oben erwähnten Verstärkung derselben Veranlassung gegeben hat. War zuerst versucht worden, der durch die Quelle entstehenden Auflockerung des Baugrundes durch Herstellung eines die Baugrube theilenden Dammes und Erhöhung des Wasserspiegels in dem Theil der Baugrube zwischen dem Damm und der südwestlichen Querspundwand zu begegnen, so wurde sofort nach der Entdeckung des in der Spundwand auftretenden Bruches mit der Wasserhaltung aufgehört und ein möglichst beschleunigtes Anfüllen der Baugrube mit Wasser vorgenommen. Hierbei kam der Umstand sehr zu statten, dafs die Druckleitung der Pumpen als Heber ausgebildet war und infolge dessen zum Unterwassersetzen der Baugrube benutzt werden konnte.

Abb. 132.

Dem weiteren Ausheben der Baugrube im trockenen war nunmehr endgültig ein Ziel gesetzt, und es blieb nichts mehr übrig, als die noch etwa 2000 cbm betragenden Bodenmassen unter Wasser durch Baggerung zu entfernen. Verwandt wurden zu diesem Zweck vorwiegend gewöhnliche Sackbagger, aber auch einige Verticalbagger, die die Bauunternehmung mit der nöthigen Schnelligkeit hatte heranschaffen können. Die tägliche Leistung der Bagger war eine sehr wechselnde, im Höchstfalle konnte ein Sackbagger 2 cbm, ein Verticalbagger 8 cbm fördern, die tägliche Gesamtleistung hat 50 cbm nicht überschritten. Mit diesem Geräth wurde der noch verbliebene Erdaushub bewältigt. Naturgemäfs ging die Arbeit nur langsam vorwärts, aber der Arbeitsfortschritt war doch immerhin so grofs, dafs keine Stockungen bei der Betonirung der Schleusensohle eintraten. Um diese Arbeit zusammen mit der Bodenbewältigung ausführen zu können, arbeiteten die Bagger von Westen nach Osten fortschreitend, dabei folgte die Betonirung so schnell nach, dafs sie einige Tage nach Vollendung des Erdaushubes ebenfalls vollendet war. Ehe auf die Herstellung und das Einbringen des Betons eingegangen wird, sei noch hinsichtlich der Quelle an der südwestlichen Querspundwand erwähnt, dafs sie nach den angestellten Beobachtungen mit der Unter-Eider in Verbindung stehen mufste. Um die Quelle sowohl für die Bauausführung wie auch für das spätere Bauwerk unschädlich zu machen, wurde in 5 m Entfernung von der Querspundwand eine zweite Querspundwand hergestellt, die bis zur Tiefe + 6,0 hinabgetrieben wurde und in die unter der Schleuse liegende wasserdichte Thonschicht hineinreicht. (Sieh Abb. 2 Bl. 11.) Durch die Anordnung dieser Spundwand ist der beabsichtigte Zweck vollständig erreicht worden. Die Quelle erwies sich bei den weiteren Arbeiten als ganz unbedeutend, und der Wasserstand in der Baugrube konnte unbedenklich bis auf die Höhe + 13,0 abgesenkt werden. Hierdurch wurde die Ausführung der Betonirungsarbeiten sehr erheblich vereinfacht.

Der Beton wurde aus 9 Raumtheilen Granitschotter und 5 Theilen Mörtel hergestellt, der Mörtel aus 1 Raumtheil Trafs, $^2/_3$ Raumtheilen Kalk und 1 Raumtheil Sand. Der Beton hatte also genau dieselbe Zusammensetzung wie der für die Schleusen in Brunsbüttel und Holtenau verwandte. Die Mischung des Mörtels erfolgte mittels Maschinenbetriebes in Mulden, der Beton wurde in Trommeln hergestellt. Das Mörtelwerk lag unmittelbar bei der einstweiligen Unterführung auf der südwestlichen Querseite der Schleuse. Es bestand aus einem von eingerammten Pfählen getragenen Gerüst, auf bezw. unter welchem sich zwei Mörtelmulden und zwei Betontrommeln befanden. Je eine Mulde und eine Trommel gehörten zusammen; zum Betriebe der ganzen Anlage diente eine Locomobile von 25 ind. Pferdekräften. Das Gerüst war oben mit Bohlen abgedeckt und trug die Zufuhrgleise für die Materialien. Der fertige Beton fiel aus den Trommeln in Seitenkippwagen, die auf einem Gleise aufgestellt werden konnten, das parallel zur südwestlichen Querspundwand der Schleusen verlegt war. Dieses Gleis stand mittels Drehscheiben mit zwei weiteren Gleisen in Verbindung, die an den Längsspundwänden der Schleusenbaugrube entlang liefen und an der jeweiligen Schüttstelle des Betons durch ein Quergleis verbunden waren. Dieses Quergleis mufste dem Fortschritt der Betonirungsarbeit entsprechend allmählich vorgeschoben und demgemäfs mufsten die Längsgleise verlängert werden. Die Betonwagen brauchten hiernach auf den Gleisen stets nur in einer Richtung bewegt zu werden. Der für den Mörtel benutzte Trafs wurde in Form von Tuffsteinen seitens der Bauverwaltung bezogen. Die Herstellung des Trafsmehles war dem Unternehmer des Schleusenbaues übertragen. Er gebrauchte dazu eine von dem Grusonwerk in Magdeburg gebaute Kugelmühle, die bei Tag- und Nachtbetrieb täglich 50 cbm Tuffsteine vermahlen konnte. Auch hier wurde die Erfahrung gemacht, dafs mit Kugelmühlen nur trockenes Tuffgestein verarbeitet werden kann. Schon ein geringer Feuchtigkeitsgehalt verringerte die Leistung der Mühle in sehr erheblichem Mafse, und feuchte Steine konnten überhaupt nicht mehr bewältigt werden, weil das feuchte Mehl die feinen Drahtsiebe verstopfte. Aus 1 cbm dichtgesetzter Tuffsteine wurden nach dem Mittel einer gröfseren Anzahl von Beobachtungen 0,821 cbm Trafsmehl

hergestellt; zur Gewinnung von 1 cbm Trafsmehl sind also 1,22 cbm Tuffsteine erforderlich gewesen. Die Belegenheit der Lagerplätze für die verschiedenen Materialien und der Betriebseinrichtungen zeigt die Text-Abb. 129. Die Gesamtanordnung war davon abhängig, dafs die auf den Lagerplätzen an der Unter-Eider gelagerten Materialien sämtlich durch die Unterführung unter der einstweiligen Strafse hindurch nach der eigentlichen Schleusenbaustelle geschafft werden mufsten. Da unmittelbar hinter der Unterführung das Mörtel- und Betonwerk lag, so brauchten die Materialien auf ihrem Wege von den Lagerplätzen bis in das zu errichtende Bauwerk keinerlei Rückbeförderung unterzogen zu werden. Bei dem Reinigen des Betonschotters wurde eine Beobachtung gemacht, deren Mittheilung vielleicht nicht ohne Werth ist. Der Schotter wurde in Wagen von 3 cbm Inhalt, die mit einem rostartig hergestellten Boden ausgestattet waren, nach einer Wasserstation gefahren und dort mit einem kräftigen Wasserstrahl bespült. Anfänglich glaubte man, dafs der Schotter vollständig gereinigt sein würde, wenn das Wasser unten rein ablief. Es ergab sich jedoch bald, dafs das Klarlaufen des Wassers an sich noch kein zuverlässiges Zeichen für die Reinheit des Schotters ist und dafs es nothwendig war, das Wasser längere Zeit — bis zu 10 Minuten — klar laufen zu lassen, ehe die Reinheit des Schotters einigermafsen gewährleistet erschien. Dieser Umstand wird sich daraus erklären lassen, dafs sich bei der verhältnifsmäfsig grofsen Masse von 3 cbm Schotter mancherlei Verunreinigungen in den Zwischenräumen zwischen den Steinen festgesetzt hatten, die sich erst allmählich fortspülen liefsen. Die hier gemachte Beobachtung weist jedenfalls darauf hin, dafs das Waschen des Betonschotters zweckmäfsig in kleineren Wagen erfolgt.

Die Betonirung begann am 22. März 1892 und wurde am 3. Mai beendet, sie erforderte also sechs Wochen Arbeitszeit. Dabei wurde der Wasserstand in der Baugrube auf der Höhe + 13,0 gehalten, was sich schon während der Baggerung mit Rücksicht auf die Sicherheit der Spundwände als zulässig herausgestellt hatte. Mit dem Einbringen des Betons wurde an dem südwestlichen Schleusenflügel, dessen Sohle oberhalb des Wasserspiegels lag, begonnen und von hier aus das Betonbett von Westen nach Osten fortschreitend vorgetrieben. Dabei wurde die neu einzubringende Masse stets auf den bereits über Wasser hinausreichenden Beton geschüttet und dann vorsichtig eingedrückt und festgestampft. Der vor der Betonschüttung sich sammelnde Schlamm wurde von Zeit zu Zeit durch Sackbagger entfernt, trotzdem war es in den letzten Tagen vor Beendigung der Betonirung nöthig, gröfsere Schlammmassen, die allmählich bis an das Ende der Baugrube gedrängt worden waren, mit Stieleimern auszuschöpfen. Der oben erwähnte Quelltrichter in der Nähe der südwestlichen Querspundwand wurde in ähnlicher Weise, wie in Brunsbüttel, durch einen eisernen Teller mit Steigerohr für das aufquellende Wasser abgedeckt. Die Aussteifungen der Spundwände wurden dem Fortschritt der Betonirung und der Erhärtung des Betons entsprechend allmählich entfernt und die eisernen Hohlsäulen sodann mit Beton ausgefüllt. Der Beton zeigte nach der Beendigung der Arbeiten zwar in seiner Oberfläche vielfach geringe Durchsickerungen, dieselben liefsen sich jedoch zum gröfsten Theil durch Einbringen von Cement unter geringem Ueberdruck schliefsen, und, wo die sofortige Dichtung nicht gelang, konnten die verbleibenden geringfügigen Quellen bei Ausführung des Mauerwerks entweder in ausgesparten Canälen oder in eingelegten Röhren gefahrlos abgeführt werden.

Mit der Ausführung der Maurerarbeiten wurde an demselben Tage, an dem die Betonirung beendigt wurde, begonnen und zwar, wie mit der letzteren, an dem westlichen Ende der Schleuse, wo der Beton bereits genügend erhärtet war. Für die unteren Theile des Mauerwerks wurde Trafs-Cement-Mörtel von der Zusammensetzung 1 Raumtheil Trafs, 1 Raumtheil Cement und 4 Raumtheile Sand verwandt, weil von dem für die Betonirung beschafften Trafs ein Theil übrig geblieben war. Später wurde Cementmörtel (1 Cement, 3 Sand) vermauert, dem in den über Wasser liegenden Theilen der Schleusenmauern etwas Kalk zugesetzt wurde. Der Mörtel wurde in einer der bei der Darstellung der Betonbereitung erwähnten Mulden hergestellt. Die Beförderung der auf den Plätzen an der Unter-Eider gelagerten Materialien nach der Verwendungsstelle vollzog sich insofern eigenartig, als der jeweilige Höhenunterschied zwischen dem Schleusenmauerwerk und den Zufuhrgleisen in der Nähe der Unterführung überwunden werden mufste. Zu dem Zweck wurde auf der Bühne des Mörtelwerks ein fester hölzerner Krahn, der mit einer Laufkatze versehen war und über das Materialiengleis auf der Bühne hinwegreichte, aufgestellt. Dieser Krahn hob die einzelnen Werksteine und ebenso die etwa 100 Stück Ziegelsteine enthaltenden Kästen von den von den Lagerplätzen kommenden Wagen ab und setzte sie auf kleine Wagengestelle, durch welche sie auf Gleisen nach der Verwendungsstelle gefahren wurden. Anfänglich lagen diese Gleise auf der Schleusensohle, später wurden sie hinter den Schleusenlängsmauern verlegt, bei der Südmauer auf der Hinterfüllung, bei der Nordmauer auf einfachen Rüstungen, da dort die Hinterfüllung der Mauer der Pumpenanlage wegen möglichst lange hinausgeschoben wurde. Die kleineren Werksteine wurden ohne weitere Hülfsmittel an ihre Stelle geschoben, während beim Heben und Versetzen gröfserer Stücke Dreibeinböcke mit Flaschenzügen benutzt wurden. Besonderheiten bei Ausführung der Maurerarbeiten sind nicht zu erwähnen, dieselben nahmen vielmehr durchweg einen planmäfsigen Verlauf und wurden im wesentlichen vor Eintritt des Winters 1892/93 beendet. Es fehlten nur noch diejenigen Theile, für welche die Werksteine erst nach der Feststellung der Entwürfe für die Schleusenthore und die Brücken hatten bestellt werden können und nicht mehr rechtzeitig angeliefert werden konnten. Bis zum 1. April 1893 wurden jedoch auch diese Theile fertiggestellt, wenngleich unter mannigfachen Störungen und Erschwernissen, wie sie der in diesem Winter häufig auftretende strenge Frost mit sich brachte.

Mit der Einbringung der unmittelbar hinter den Schleusenmauern herzustellenden Ziegelbrockenhinterfüllung wurde begonnen, als die Mauern etwa bis zur Höhe + 17,5 hochgeführt waren. Dabei wurden die Ziegelbrocken mit feinem Sand vermischt und gehörig gestampft, um das Eindringen von Thon in die Ziegelbrocken und die damit verbundene Verringerung des Reibungscoefficienten nach Möglichkeit zu erschweren. Mit dem Fortschritt der Maurerarbeiten hätte die Pumpenanlage aufser Betrieb gesetzt werden können, sie wurde jedoch beibehalten, um die Schleuse für die Aufstellung

der Thore von Wasser frei halten zu können. Da die nördliche Schleusenmauer hinterfüllt werden mufste, durfte die Pumpenanlage hier nicht stehen bleiben. Es wurde deshalb zunächst vor der westlichen Schleusenstirnwand eine neue kleinere Pumpe aufgestellt und ihr das an den verschiedenen Stellen der Baugrube zusammenlaufende Wasser durch Rinnen zugeführt, die auf der Schleusensohle verlegt wurden. Später wurde die Pumpenanlage auf die Ostseite der Schleuse verlegt, um gleichzeitig die Entwässerung der Baugrube für den gröfstentheils im trocknen herzustellenden Verbindungscanal mit der Ober-Eider zu bewirken. Hier blieb die Pumpenanlage bis zum 8. April 1893 in Betrieb. An diesem Tage wurden die Wasserhaltungsarbeiten eingestellt und mit dem Anfüllen der Schleusen und der Schleusencanäle begonnen.

Die Herstellung der Schleusenthore nebst allem Zubehör an Bewegungs-Vorrichtungen usw. sowie der Umlaufschützen war der Gutehoffnungshütte in Oberhausen übertragen. Die Aufstellungsarbeiten begannen Anfang November 1892. Zunächst wurden die Ebbethore, dann die Fluththore und endlich die Fächerthore in Angriff genommen. Die Aufstellung erfolgte ohne Verwendung von festen Gerüsten; um die Thore in senkrechter Stellung zu erhalten, wurden grofse Dreibeinböcke benutzt. Für die Nieter wurden einfache Bühnen an dem Thorgerippe befestigt und dem Baufortschritt entsprechend allmählich höher gesetzt. Die Thorflügel wurden von Anfang an in der richtigen Lage über dem vorher versetzten und vergossenen Spurzapfen aufgebaut und nach Fertigstellung der untersten Abtheilung auf den Zapfen heruntergelassen. Diese Anordnung war des Fehlens fester Gerüste wegen nothwendig, sie erwies sich jedoch insofern als ungünstig, als die Nietarbeiten an den Wendesäulen nur mit grofsen Schwierigkeiten ausgeführt werden konnten. Noch ein zweiter Nachtheil wurde durch das Fehlen der Gerüste herbeigeführt. Das Thorgerippe entbehrte nämlich während der Aufstellungsarbeiten eines ausreichend festen Haltes, und infolge dessen zogen sich einige Flügel beim Aufnieten der Blechhaut windschief. Die Blechhaut mufste wieder abgenommen und, nachdem die Thorgerippe mit erheblicher Mühe gerade gerichtet waren, unter Verwendung stärkerer Niete von neuem aufgenietet werden.

Von den beiden, in Verbindung mit der Schleuse hergestellten Brücken wurde die im Zuge der Thorstrafse liegende Klappbrücke von der Union-Giefserei in Königsberg i. Pr. im November und December 1892 unter Verwendung von festen Gerüsten, die auf der Schleusensohle standen, aufgestellt, nachdem die vorher angelieferten Anker für die negativen Auflager der Gegengewichts-Enden der Brückenklappen bei Hochführung der Schleusenwände bereits eingemauert waren. Die Betriebseröffnung erfolgte nach Herstellung der Strafsenanschlüsse am 14. März 1893, also noch vor der Inbetriebnahme der Schleuse. Die Herstellung der Portalbrücke am westlichen Schleusenhaupt hatte sich so stark verzögert, dafs mit den Aufstellungsarbeiten erst Mitte April 1893 angefangen werden konnte. Am 6. Mai beginnend, wurde die Schiffahrt durch die neue Schleuse geleitet, und von diesem Zeitpunkte an konnten in den Querschnitt derselben hineinreichende Rüstungen nicht mehr geduldet werden. Hierdurch wurden die Aufstellungsarbeiten sehr erschwert und dauerten erheblich länger, als im Bauplan vorgesehen war. Die Brücke konnte erst am 1. August in Betrieb genommen werden. Bei den Bewegungsversuchen ergab sich, dafs die zur Befestigung der Aufzugsketten an den Brückenklappen dienenden Bolzen gegenüber den beim Oeffnen und Schliefsen der Brücke in ihnen auftretenden Biegungsspannungen zu schwach waren. Dadurch wurde während der Probebewegungen der Bruch eines dieser Bolzen herbeigeführt, und dieser Bruch hatte Verbiegungen sowohl der Brückenklappe wie der Brückenruthen zur Folge. Das Geraderichten der Brückenklappe wie der Ruthen war eine recht unangenehme und zeitraubende Arbeit. Es kann deshalb nur empfohlen werden, bei zukünftigen Entwürfen von Portalbrücken auch über etwaige Rechnungsergebnisse hinaus für alle Theile der Bewegungsvorrichtungen recht kräftige Abmessungen zu wählen.

Mit den Arbeiten zur Herstellung der Landpfeiler für die Drehbrücke über die Ober-Eider wurde im Januar 1892 begonnen, sämtliche Pfeiler wurden im Laufe desselben Jahres hergestellt. Besondere Vorsicht war bei der Schüttung des an den nördlichen Landpfeiler anschliefsenden Dammes zu üben. Der Damm war durchweg auf dem sehr weichen schlickigen Untergrund der Ober-Eider herzustellen, und es stand zu befürchten, dafs er auf den Landpfeiler übermäfsig grofse Schubkräfte ausüben würde. Der schlickige Untergrund wurde deshalb auf 30 m Länge hinter, 10 m vor dem Pfeiler und ebensoviel zu beiden Seiten des Pfeilers durch Baggerung bis zu dem festen unterhalb des Schlicks liegenden Sande entfernt und durch verklappten Sand- und Kiesboden, der bei der Ausbaggerung des Canalquerschnittes im Audorfer See gewonnen wurde, ersetzt. Zur Herstellung des Dammes stand guter, zumeist aus grobem Sand bestehender Boden, der aus einer seitlichen Entnahme stammte, zur Verfügung. Von dem nördlichen Ufer der Ober-Eider aus wurde der Damm in möglichst schmaler Form in ähnlicher Weise vor Kopf vorgetrieben, wie es bei der Darstellung der Dammschüttungen in der Burg-Kudenseer Niederung bereits beschrieben worden ist. Die Erwartung, dafs mit dieser Mafsnahme ein Zertheilen des schlickigen Untergrundes und beim weiteren Seitwärtsschütten ein seitliches Hinausschieben desselben erzielt werden würde, verwirklichte sich jedoch nicht, weil der Schlick hierzu nicht genügend weich war. Der Damm hatte bei 6 m Höhe den schlammigen Untergrund noch nicht durchdrückt, vielmehr — wie Bohrungen erwiesen — nur um etwa die Hälfte seiner Dicke zusammengeprefst. Auch nach Herstellung des mittleren Dammtheiles bis zur Kronenhöhe erfolgte ein Herausdrücken des Schlammes nicht, und so wurde allmählich die Verbreiterung des Dammes nach beiden Seiten vorgenommen. Trotz dieser ungünstigen Umstände hat der Damm sich gut gehalten. Nur einmal, im Frühjahr 1893, nachdem er etwa ein halbes Jahr gelegen hatte, ist eine Nachschüttung von 700 cbm gegenüber 22000 cbm Inhalt des ganzen Dammes erforderlich geworden.

Mit dem Aufstellen der eisernen Ueberbauten der Brücke wurde Mitte December begonnen, nachdem vorher die erforderlichen Rüstungen hergestellt waren. Dabei wurde der Ueberbau der Drehöffnung in der Lage aufgestellt, wie sie der geöffneten Brücke entspricht. Die Arbeit wurde durch den aufsergewöhnlich strengen Winter sehr erschwert, wurde aber so gefördert, dafs die Brücke vom 22. März 1893 an von Kieszügen befahren und am 27. März der Probebelastung unterworfen werden konnte. Der Betrieb über die neue

Brücke und die neue Strecke wurde am 7. April 1893 aufgenommen. Bei den Probebewegungen der Brücke stellte sich heraus, dafs das Oeffnen bezw. Schliefsen der Brücke einschliefslich aller Nebenarbeiten etwa acht Minuten Zeit erfordert. Unter gewöhnlichen Umständen genügen zwei Mann zur Bedienung vollständig, bei Sturm sind drei oder auch wohl vier Mann nöthig. Die Ueberbauten und die Bewegungs- und Feststellungs-Vorrichtungen der Brücke entsprechen den an sie gestellten Anforderungen, sie sind von der Maschinenbau-Actiengesellschaft Nürnberg, Filiale Gustavsburg, nach eigenen Entwürfen gebaut. Die Herstellung der Pfeiler war der Bauunternehmung Ph. Holzmann u. Co. in Frankfurt a. M. übertragen.

d) Die als Nebenanlagen des Canals herzustellenden kleineren Schleusen.

Hierzu die Lagepläne auf Bl. 55 und 56 des Jahrganges 1896 dieser Zeitschrift, sowie die Abb. 1 bis 11 auf Bl. 15 und Abb. 1 bis 5 u. 11 bis 19 auf Bl. 16.

Der Zweck dieser in grofser Zahl hergestellten Schleusen, die theils Entwässerungs- und Bewässerungszwecken dienen, theils die Schiffahrt auf den vom Kaiser Wilhelm-Canal durchschnittenen kleineren Wasserläufen auch fernerhin ermöglichen, an einzelnen Stellen auch allen diesen Anforderungen zugleich genügen sollen, ist bereits in dem Abschnitt über den Bauentwurf und zwar auf Seite 391 ff. des Jahrganges 1896 dieser Zeitschrift erörtert. Alle diese kleinen Bauwerke, deren Anordnung nicht nur von ihrer Zweckbestimmung, sondern in hohem Mafse auch von den örtlichen Verhältnissen der Baustelle abhängig war, zu beschreiben, würde zu weit führen, auch enthalten viele dieser Anlagen in technischer Beziehung nichts, was der Mittheilung werth ist. Im folgenden werden deshalb nur drei kleinere Schleusen besprochen werden, die theils eine eigenartige Durchbildung wichtiger Einzelheiten zeigen, theils durch Besonderheiten der Bauausführung bemerkenswerth sind.

1. Die Burgerau-Schleuse.

Die Schleuse verbindet den Kaiser Wilhelm-Canal bei km 15,9 mit der die Burg-Kudenseer Niederung durchfliefsenden und ihr als Hauptentwässerungscanal dienenden schiffbaren Burgerau. Der Canalwasserstand wechselt bei der Schleuse zwischen den Höhenlagen + 18,89 und + 20,27, der Wasserstand der Burgerau wird während der Zeit des Pflanzenwachsthums nach Möglichkeit bis + 18,9 abgesenkt, damit die Wiesen der Niederung genügend entwässern können. Auf der Burgerau fand vor der Herstellung des Kaiser Wilhelm-Canals ein Schiffahrtsbetrieb statt, der nicht aufgehoben werden durfte. Deshalb mufste die Burgerau-Schleuse als Kammerschleuse mit zwei nach dem Canal zu kehrenden Thoren ausgebildet werden. Aufserdem mufste die Schleuse aber noch ein drittes und zwar ein gegen die Burgerau kehrendes Schleusenthor erhalten, weil die Burgerau im Winter und auch in sehr trockenen Sommern, wenn die Wiesen einer Anfeuchtung bedürfen, angestaut wird. Dann ist der Wasserstand in der Burgerau zeitweise höher als im Canal, nämlich dann, wenn infolge der Auswässerung durch die Brunsbütteler Schleusen der Canalwasserspiegel abgesenkt wird. Es war jedoch nicht nöthig, auch für diese Fälle ein zweites Thor herzustellen, weil die Zeitdauer solcher Wasserstands-Verhältnisse sich auf wenige Tagesstunden beschränkt und die Schiffer, die auf der Burgerau verkehren, an solche Aufenthalte gewöhnt sind, auch der geringfügige Schiffsverkehr die möglichste Beschränkung der Schleusenbaukosten als gerechtfertigt erscheinen liefs.

Die Abmessungen der Schleuse wurden den auf der Burgerau verkehrenden Schiffen entsprechend auf 5,76 m lichte Weite und 19,0 m Länge, gemessen zwischen den Spitzen der Drempel für die gegen den Kaiser Wilhelm-Canal kehrenden Thore, festgesetzt. Die Oberkante der Drempel wurde auf + 17,0 gelegt.

Die Bodenuntersuchungen auf der Schleusenbaustelle ergaben, dafs unter einer oberen Dargschicht zunächst auf etwa 2,5 m Höhe weicher Klei, hierauf 5 m hoch mittelfester Klei und von der Höhe + 9,0 ab fester tragfähiger Sand folgte. Für die Gründung der Schleuse wurde wegen der tiefen Lage des festen Sandes Beton auf Pfählen angenommen. Um ein Verdrücken der auf den Pfählen wie auf Stelzen ruhenden Schleuse während der Hinterfüllung und der Schüttung der Anschlufsdeiche thunlichst zu verhüten, wurde die Baugrube etwa ein Jahr vor dem Beginn der Rammarbeiten auf eine mittlere Länge von 40 m und eine mittlere Breite von 28 m bis zur Höhe + 15,4 ausgeschachtet und bis zur Höhe + 20,5 mit Sand verfüllt. Diese Mafsnahme hat sich aufserordentlich bewährt und die späteren Arbeiten wesentlich erleichtert. Die Ausführung der Schleuse erfolgte im Jahre 1891. Ueber die Anordnung der Gründung und des Schleusenmauerwerks geben die Abb. 1 bis 5 auf Bl. 15 Aufschlufs. Der Beton wurde aus 1 Theil Cement und 8 Theilen Sand hergestellt und sorgfältig gestampft, zum Mauerwerk wurden hartgebrannte Ziegelsteine und Cementmörtel von der Mischung 1 Cement und 3 Sand verwandt. Sämtliche vorspringenden Ecken und Kanten sind aus Granitquadern gebildet, aus demselben Gestein bestehen auch die Abdeckplatten der Schleusenmauern.

Die Thore der Schleusen wurden aus Eichenholz in der sonst üblichen Bauweise hergestellt; bemerkenswerth sind nur die grofsen Schützöffnungen, mit denen das eine der beiden gegen den Canal kehrenden Thore in Rücksicht auf die Abführung der Wilsterau-Hochwasser versehen werden mufste. Wie bereits auf Seite 394 im Jahrgang 1896 dieser Zeitschrift ausgeführt worden ist, war die Burg-Kudenseer Niederung verpflichtet, bei Hochwasserständen in der Wilsterau, die eine durch Statut festgesetzte Höhe überschritten, die an der Theilung der Holstenau in die Burgerau und die Wilsterau gelegene Bebeker Schleuse so lange für die Abführung der Holstenau-Hochwasser zur Verfügung zu stellen, bis das Wasser unter jene Höhe gefallen war. Nach Fertigstellung des Kaiser Wilhelm-Canals ist die Burg-Kudenseer Niederung von dieser Verpflichtung entbunden worden, weil die Hochwasser der Wilsterau jetzt durch die neu erbaute Wilsterau-Schleuse in den Canal geleitet und aus diesem durch die Brunsbütteler Schleusen in die Elbe abgeführt werden. Die Abführung auf diesem Wege wurde aber erst möglich, nachdem der Canal mit Einschlufs der Brunsbütteler Schleusen vollständig fertig war. Bis dahin mufste Vorsorge getroffen werden, dafs das Hochwasser jederzeit auf dem alten Wege in die Burgerau abgelassen werden konnte, und deshalb mufste das eine der beiden gegen den Kaiser

Wilhelm-Canal kehrenden Thorpaare der Burgerau-Schleuse für die Abführung eines Theiles des Wilsterau-Hochwassers geeignet gemacht werden. Es erhielt zu diesem Zweck in jedem Flügel drei Schützöffnungen von je 0,75 m lichter Weite und 1,4 m lichter Höhe, sodafs die frei zu machende Oeffnung in beiden Flügeln eines Thores zusammen 6,3 qm grofs war. Die Einrichtung des Thores ist aus den Abb. 17 bis 19 Bl. 16 zu ersehen. Da die Thorflügel der Schützöffnungen wegen weder die sonst übliche, gegen Versacken wirkende Strebe, noch im unteren Theil eine Verkleidung erhalten konnten, so sind zur Sicherung gegen das Versacken des Thores auf der Vorder- und Hinterseite Zugstangen von 2,5 cm Durchmesser mit Spannschlössern angebracht worden. Die Schütztafeln sind aus Eichenholz hergestellt, sie bestehen aus einer wagerechten Lage von 4 cm starken und einer lothrechten Lage von 3 cm starken Brettern. Zur Schützführung dienen ⊔-Eisen. Durch Anbringung von Flacheisen an den Gleitflächen der Schützen ist dafür gesorgt, dafs bei der Bewegung der Schützen Eisen auf Eisen gleitet. Für den Fall, dafs durch die Schützöffnungen nicht genügend Wasser abfliefsen kann, sind auf der Schleuse kräftige Winden aufgestellt, mit deren Hülfe das Thor gegen den auf seine Fläche wirkenden Wasserdruck geöffnet werden kann.

2. Die Wilsterau-Schleuse.

Die Wilsterau-Schleuse liegt südlich vom Canal, der Burgerau-Schleuse gerade gegenüber; sie stellt eine Schiffahrtsverbindung zwischen dem Kaiser Wilhelm-Canal und der Wilsterau her und dient überdies — wie schon vorhin erwähnt wurde — dazu, einen Theil des Hochwassers der Holstenau in den Canal abzuleiten. In der lichten Weite und der für die Schiffahrt nutzbaren Länge zwischen den Thoren stimmt sie mit der Burgerau-Schleuse vollständig überein, die Drempeloberkante konnte aber um 20 cm höher, also auf + 17,2, gelegt werden. Aufserdem mufste die Wilsterau-Schleuse im Mauerwerk so angelegt werden, dafs sie mit vier Thorpaaren ausgerüstet werden kann. Der Wasserstand im Kaiser Wilhelm-Canal schwankt zwischen + 20,27 und + 18,89, der mittlere Wasserstand der Wilsterau lag vor der Herstellung des Kaiser Wilhelm-Canals bei der Bebeker Schleuse auf ungefähr + 19,9, während er bei Hochwasser bis + 20,25 ansteigend und in trockenen Sommermonaten bis + 19,5 abfallend beobachtet worden war. Durch den Bau des Kaiser Wilhelm-Canals mufste in den Wasserständen der Wilsterau eine Aenderung hervorgerufen werden, weil fast der ganze Oberlauf der Au, die Holstenau, mit ihrem 141 qkm grofsen Niederschlagsgebiet von dem Unterlauf abgeschnitten wurde. Oberhalb der neuen Wilsterau-Schleuse verblieb nur noch ein Niederschlagsgebiet von rund 3 qkm. Dafs infolge dieser Aenderung der Verhältnisse die Wasserführung verringert werden und somit der Wasserspiegel eine Senkung erfahren mufste, das konnte nicht zweifelhaft sein; das Mafs dieser Senkung festzustellen, wollte nicht gelingen, weil die Abflufsverhältnisse der Au unterhalb der neu zu erbauenden Schleuse so verwickelte sind, dafs die Ergebnisse der aufgestellten Berechnungen nur von zweifelhaftem Werth sein konnten. Für die Entwurfarbeiten wurde angenommen, dafs der mittlere Wasserstand der Wilsterau an der neuen Schleuse auf etwa + 19,7 liegen werde. Bei dieser Höhenlage liegt er im wesentlichen über dem Spiegel des Kaiser Wilhelm-Canals. In diesem steigt zwar der Wasserstand bis + 20,27 an, aber nur ganz ausnahmsweise und auch nur kurze Zeit andauernd, während bei den zweimal täglich sich wiederholenden Wasserstandsschwankungen höchste Spiegellagen unter + 19,77 die Regel bilden. In Rücksicht auf die Schiffahrt mufste demgemäfs die Wilsterau-Schleuse zwei gegen die Au kehrende Thore erhalten, von denen das eine — ebenso wie bei der Burgerau-Schleuse — mit grofsen Schützöffnungen für das Einlassen der Wilsterau-Hochwasser in den Kaiser Wilhelm-Canal versehen werden mufste. Aufser diesen beiden Thoren war noch ein drittes gegen den Canal kehrendes Thor nöthig, um bei hohen Canalwasserständen die Wilsterau und die zugehörige Niederung gegen das Eindringen salzhaltigen Canalwassers zu schützen. Mit diesen drei Thoren hätte sich der übrigens ziemlich geringe Schiffsverkehr zwischen Wilsterau und Kaiser Wilhelm-Canal in durchaus ausreichendem Mafse aufrecht erhalten lassen. Für den die Regel bildenden Fall, dafs der Wasserstand der Wilsterau höher liegt als der des Canals, können die Schiffe ohne jeden Aufenthalt durchgeschleust werden und nur, wenn ausnahmsweise der Wasserspiegel im Canal höher ist als in der Burgerau, müssen die Schiffe einige Stunden warten, bis der Canalspiegel infolge der Auswässerung durch die Brunsbütteler Schleusen bis auf den Wilsterau-Spiegel abgesenkt ist. Dem Wunsche der Wilsterau-Anlieger entsprechend wurde jedoch die Schleuse in ihrem Mauerwerkskörper so angeordnet, dafs später auch ein zweites gegen den Kaiser Wilhelm-Canal kehrendes Thor eingebaut werden konnte. Und sehr bald nach der Canaleröffnung wurde dann auch der Einbau dieses zweiten Thores bewerkstelligt, weil die Erfahrung gemacht wurde, dafs höhere Wasserstände im Kaiser Wilhelm-Canal häufiger eintreten und die Benutzung der neuen Schleuse für die Schiffahrt mehr erschwerten, als bei der Aufstellung des Bauentwurfs angenommen worden war.

Die so hergestellte Schleuse ist in den Abb. 6 bis 11 Bl. 15 dargestellt. Bis auf die Gründung und die durch die Anlage des Drempels für das vierte Thor hervorgerufene Vergröfserung des Bauwerks entspricht sie in allen wesentlichen Theilen vollständig der Burgerau-Schleuse. Für die Wahl der Gründung waren die günstigen Erfahrungen, die sowohl beim Schütten der den Canal in den Moorstrecken seitlich begrenzenden Sanddämme wie auch bei der Herstellung der Burgerau-Schleuse gemacht worden waren, von ausschlaggebender Bedeutung. Die Untergrundverhältnisse waren genau so wie bei der Burgerau-Schleuse. Unter Darg- und mehr oder weniger weichen Kleischichten fand sich von der Tiefe + 9,5 an fester tragfähiger Sand vor. In den Monaten März bis Juni 1891 wurde an der Stelle, wo die Schleuse erbaut werden sollte, eine rund 55 m lange und 40 m breite Sandschüttung hergestellt, deren Oberkante auf der Höhe + 22,2 lag. Durch Einschlämmen wurde dafür gesorgt, dafs die Schüttung möglichst dicht wurde. Als vorgenommene Bohrungen ergaben, dafs die Unterkante des Sandkörpers nur etwa 1 m über dem gewachsenen Sande lag, wurde der Entschlufs gefafst, von der Verwendung von Grundpfählen abzusehen. Dies schien um so weniger bedenklich, als die Belastung der durch die Schüttung zusammengeprefsten Moor- und Kleischicht etwa 1,3 kg auf 1 qm betrug, während sie

nach Fertigstellung des Bauwerks selbst bei dem höchsten Canalwasserstande (+ 20,27) nur 1,04 kg erreicht. Um jedoch etwa später auftretende örtliche Senkungen für den Bestand des Bauwerks unschädlich zu machen, ist unter dem das Grundmauerwerk der Schleuse bildenden Betonkörper ein Schwellrost hergestellt worden. Zur Begrenzung des Grundmauerwerks sind an den beiden Stirnseiten der Schleuse Spundwände von 15 cm Stärke, deren Spitzen bis + 12,0 hinabreichen, gerammt worden, an den Längsseiten haben die Wände nur eine Stärke von 8 cm erhalten, auch reichen ihre Spitzen nur bis + 14,0. Die vorstehend beschriebene Gründungsart hat sich vollständig bewährt, insbesondere sind weder beim Hinterfüllen der Schleuse noch beim Ausheben der die Schleuse mit der Burgerau einerseits und dem Kaiser Wilhelm-Canal andorseits verbindenden Canäle irgend welche Risse in dem Mauerwerk aufgetreten.

Die Ausführung der Schleuse erfolgte im Laufe des Jahres 1892, für die Gründungsarbeiten konnte die Baugrube mit leichter Mühe trocken gehalten werden. Die Baukosten der Schleuse einschl. aller Nebenarbeiten, sowie einschl. des Erdaushubs für die an die Schleuse anschliefsenden Theile der Canäle nach der Wilsterau und dem Kaiser Wilhelm-Canal und der Sohlen- und Böschungsbefestigung derselben, jedoch ausschl. der Sandschüttung haben gegen 65000 ℳ betragen.

3. Die Sperrschleuse zum Bütteler Canal.

Die Schleuse liegt südlich vom Canal bei km 6,49, ihr gegenüber nördlich vom Canal liegt eine zweite Schleuse von ähnlicher Bauart. Die Sperrschleuse zum Bütteler Canal soll vorwiegend zu Ent- und Bewässerungszwecken dienen, aber auch kleineren Schiffen den Uebergang vom Kaiser Wilhelm-Canal in den Bütteler Canal und umgekehrt ermöglichen. Aus dem letzteren Grunde hat sie dieselbe Lichtweite und dieselbe Höhenlage der Drempel erhalten wie die Kammerschleuse für die Burgerau.

Der Bütteler Canal ist der Haupt-Entwässerungszug einer etwa 900 ha grofsen Niederung, die vor der Herstellung des Kaiser Wilhelm-Canals allein durch die Bütteler Schleuse nach der Elbe zu entwässerte und vielfach unter zu hohen Wasserständen zu leiden hatte. Da die im Kaiser Wilhelm-Canal infolge der Auswässerung durch die Brunsbütteler Schleusen auftretenden Niedrigwasserstände bei km 6,5 etwa dieselbe Höhenlage haben, wie die Niedrigwasserstände der Elbe in dem Aufsentief der Bütteler Schleuse, so liefsen sich die Vorfluthverhältnisse der Niederung durch die Herstellung der Sperrschleuse erheblich verbessern, zumal dieselbe in Rücksicht auf die Schiffahrt einen verhältnifsmäfsig grofsen wasserführenden Querschnitt erhalten mufste. Die Schleuse hat je ein gegen den Kaiser Wilhelm-Canal und ein gegen die Niederung kehrendes Thor erhalten. Das erstgenannte Thor soll die höheren Wasserstände im Kaiser Wilhelm-Canal von dem Eintritt in die Wasserläufe der Niederung abhalten und wird, weil der Canalwasserstand nur zur Zeit der tiefsten Ebbe unter den Wasserstand in der Niederung abfällt, täglich nur wenige Stunden geöffnet sein. Das gegen den Bütteler Canal kehrende Thor wird gewöhnlich offen stehen. Nur wenn in trockenen Sommerzeiten ein Anfeuchten der Wiesen durch Erhöhung des Wasserstandes in den Entwässerungszügen oder in den Wintermonaten ein Ueberstauen der Wiesen erwünscht ist, dann wird dieses Thor geschlossen werden. Um auch zu solchen Zeiten den Schiffsverkehr durch die Schleusen zu ermöglichen, mufste das Thor eine besondere Einrichtung erhalten, die später noch näher erörtert werden wird. Zunächst soll über das Bauwerk selbst einiges mitgetheilt werden.

Der Baugrund besteht aus mehr oder minder festem Klei, der von Moor- und Dargschichten überlagert war und in gröfserer Tiefe in sandigen Klei oder Sand übergeht. Die Unterkante des Bauwerks mufste in der Höhe liegen, in der noch der reine Klei gefunden war. Da nach der Bodenbeschaffenheit auf der Baustelle durch Sandschüttungen keine ausreichende Zusammenpressung des Baugrundes zu erreichen war, so wurde für die Gründung der Schleuse, ebenso wie bei der Burgerau-Schleuse, ein auf Rammpfählen liegender Betonkörper gewählt. Dabei wurde durch Anbringen von Zangen an den Köpfen der Rammpfähle dafür Sorge getragen, dafs beim Hinterfüllen der Schleuse und beim Herstellen der Deichanschlüsse keine seitlichen Verschiebungen des Bauwerks eintreten konnten. Die bei der Burgerau-Schleuse zu diesem Zweck hergestellte Sandschüttung hätte hier recht erhebliche Kosten verursacht. Die Anordnung der Schleuse einschl. der Gründung ist aus den Abb. 1 bis 5 Bl. 16 ersichtlich. Die Bauart stimmt in allen wesentlichen Punkten mit der für die Burgerau- und die Wilsterau-Schleuse gewählten überein, es konnte jedoch bei der Sperrschleuse von der Verwendung von Spundwänden an den Langseiten Abstand genommen worden. In Uebereinstimmung mit den Annahmen bei der Entwurfbearbeitung stellte es sich nämlich bei der Ausführung heraus, dafs in dem ziemlich festen Kleiboden durch Einrammen leichter Brettwände eine genügende seitliche Begrenzung des Betonkörpers des Schleusenbettes erzielt werden konnte. Die Herstellung der Schleuse erfolgte im Jahre 1892 unter Aufwendung von rund 46000 ℳ.

Ueber die Einrichtung und die Art der Benutzung des vorhin schon erwähnten gegen den Bütteler Canal kehrenden Thores ist folgendes zu bemerken. Wenn das Thor geöffnet ist, können bei allen Wasserständen im Kaiser Wilhelm-Canal, die gleich hoch oder tiefer sind, als der Wasserstand im Bütteler Canal, Schiffe durch die Bütteler Schleuse gehen. Allerdings beschränkt sich die Durchfahrt im wesentlichen auf die Zeiträume kurz nach dem Aufgehen und kurz vor dem Zugehen der gegen den Kaiser Wilhelm-Canal kehrenden Thore, da während der übrigen Ausströmungszeit Wassergeschwindigkeiten in der Schleuse auftreten, die das Durchfahren der Schiffe erschweren, und bei denen sowohl die Schiffe als das Mauerwerk der Schleuse Gefahr laufen, beschädigt zu werden. Ist das gegen den Bütteler Canal kehrende Thor behufs Anstauens des Wasserstandes in der Niederung geschlossen, dann können Schiffe nur während der Zeit durch die Schleuse gehen, wenn der fallende oder steigende Wasserstand im Kaiser Wilhelm-Canal dieselbe Höhe hat, wie der angestaute Wasserstand der Niederung, und da bei dem raschen Sinken und Steigen des Wasserspiegels im Kaiser Wilhelm-Canal die Zeit, in der keine erhebliche Strömung in der Schleuse herrscht, nur sehr kurz ist, wäre die Schiffahrt durch die Anlage der Schleuse sehr behindert worden, wenn nicht das gegen den Bütteler Canal kehrende Thor

so ausgebildet worden wäre, dafs es sich sowohl bei Strömung schliefsen, wie auch gegen einen mäfsigen Wasser-Ueberdruck öffnen läfst. Zu diesem Zweck ist jeder der beiden Flügel des Thores in seinem unteren, unterhalb der Höhenlage + 19,2 liegenden Theile mit zwei Schützöffnungen von je 2,0 m lichter Höhe und 1,2 m lichter Weite versehen worden, die je durch ein Doppelschütz geschlossen werden können. (Sieh hierzu die Abb. 11 bis 16 auf Bl. 16). Der Wasserstand von + 19,2 wird während der Schiffahrtszeit nur bei höchstem Stau erreicht, sodafs eine weitergehende Vergröfserung der Schützöffnungen, die jetzt schon annähernd 70 v. H. der benetzten Thorfläche entsprechen, nicht nöthig erschien. Abgesehen von der Wende- und Schlagsäule sowie einer Mittelstütze kann die ganze Thorfläche von der Oberkante des Unterriegels bis zur Höhe + 19,2 frei gemacht werden. Für jede Schützöffnung sind zwei hintereinander liegende und nacheinander aufzuziehende Schütztafeln vorgesehen, die zu gunsten einer centralen Beanspruchung des Thorriegels in der Riegelmitte angeordnet sind. Hierdurch wurde es nothwendig, sowohl den Oberriegel als den Mittelriegel zweitheilig zu machen; sie bestehen beide aus zwei verzinkten U-Eisen (Normal-Profil Nr. 14). Die gleichfalls aus U-Eisen (Normal-Profil Nr. 8) bestehenden Führungen der Schütztafeln sind mit der Schlag- und Wendesäule fest verbunden bezw. in der Mittelstütze durch Eisen- und Holzverbindungen zu einem kräftigen Mittelträger ausgestaltet, der befähigt ist, die auf ihn wirkenden äufseren Kräfte auf den unteren und den oberen Riegel zu übertragen. Die Verlängerungen dieser Führungskörper bilden die Unterstützung der Aufzugsvorrichtung. Diese besteht für jedes Schütz aus zwei endlosen kalibrirten Ketten, die unten über eine glatte Rolle und oben über eine Kettenrolle laufen. Die beiden zu einem Schütz gehörigen oberen Kettenrollen sind auf eine gemeinschaftliche Welle aufgekeilt, die durch eine Handkurbel und ein Vorgelege in Drehung versetzt werden kann. Das von der endlosen Kette unmittelbar bewegte Schütz liegt auf der Hinterseite des Thores, die Kraftübertragung zwischen Kette und Schütz erfolgt durch eiserne Bügel, die mit dem Beschlag der Schützen fest verbunden sind und in ein Glied der Ketten hineingreifen. Das hintere U-Eisen des Mittelriegels ist so weit zurückgelegt, dafs die Bügel zwischen ihm und dem Führungseisen durchgleiten können. Das Mitnehmen der anderen Schütztafel geschieht beim Oeffnen wie beim Schliefsen durch die überstehenden Schenkel der die Tafeln oben und unten säumenden ungleichschenkligen Winkeleisen. Ein mit dem oberen Winkeleisen des vorderen Schützes vernietetes Flacheisen dient bei geschlossenem Schütz im Verein mit einem am Mittelriegel befestigten Flacheisen als Wasserabdichtung, bei geöffnetem Schütz als Hubbegrenzung, indem es sich gegen ein an dem U-Eisen des oberen Riegels befestigtes Flacheisen legt.

Der Bohlenbelag zwischen dem oberen und dem mittleren Riegel findet oben und unten seinen Halt in kleinen Winkeleisen, die derartig auf die Flanschen der U-Eisen aufgenietet sind, dafs zwischen ihnen und den Führungsträgern für die Schützen aussteifende Knotenbleche angeordnet werden konnten. Da zur Erhaltung der gewonnenen Schützführungen jede Formänderung des Thores vermieden werden mufs, sind am oberen Theile des Thores an beiden Seiten Zugbänder angeordnet worden.

Die Winden zum Bewegen der Schützen brauchten trotz der ziemlich erheblichen Gröfse der Schütztafeln nur ein kleines Uebersetzungsverhältnifs zu erhalten, weil der Wasserüberdruck, unter dem die Schützen geöffnet werden müssen, nur klein ist. Er erreicht sein Höchstmafs mit etwa 60 cm, wenn im Frühjahr zu einer Zeit, wo der Wasserstand im Bütteler Canal behufs Ueberstauung der Niederung bis zur gröfsten zulässigen Höhe (+ 19,85) angespannt ist, starke Regengüsse eintreten, sodafs ein Ablassen von Wasser in den Kaiser Wilhelm-Canal nothwendig wird, und in diesem zu gleicher Zeit höhere Wasserstände als der niedrigste Hochwasserstand nicht eintreten. Für das Oeffnen der Thorflügel gegen einen Ueberdruck von etwa 20 cm vor dem Ziehen der Schützen und für das Schliefsen der Thorflügel bei ausgehender Strömung sind kräftige Kettenwinden vorgesehen. Die Ketten greifen an den Köpfen der Schlagsäulen an. Sie werden durch Gegengewichte gespannt gehalten, die in geschlossenen, in einem Schlitz der Flügelmauern untergebrachten Blechkasten auf- und niedergehen. In den Kasten herrscht etwa der Wasserstand des Bütteler Canals. Beim Schliefsen der Thorflügel gehen die Gegengewichte während des gröfsten Theiles ihrer Bewegung im Wasser aufwärts; gegen Ende der Aufwärtsbewegung entsteigt das Gegengewicht dem Wasser

Abb. 133. Lageplan des Lösch- und Ladeplatzes bei Sehestedt. 1 : 6000.

Abb. 134. Grundrifs. 1 : 1000.

Abb. 135. Querschnitt. 1 : 300.

Lösch- und Ladeplatz bei Sehestedt.

und wirkt der gegen Ende des Schliefsens zunehmenden Beschleunigung des Thorgerippes vortheilhaft entgegen.

Die Thore haben sich beim Betriebe durchaus bewährt, sie werden bei der Sperrschleuse zum Bütteler Canal allerdings wenig benutzt, weil diese Schleuse auf Betreiben der Schiffahrtsinteressenten bereits im Jahre 1895 in eine Kammerschleuse umgebaut worden ist. Dagegen sind sie bei der nördlich vom Canal gelegenen Sperrschleuse zum Kudensee, die mit Ausnahme der geringeren Lichtweite von 4,5 m in allen Einzelheiten der soeben beschriebenen Schleuse entspricht, noch in Benutzung.

a) Kleinere Hafenanlagen.

In dem den Bauentwurf behandelnden Abschnitt II und zwar auf Seite 399 u. ff. des Jahrganges 1896 dieser Zeitschrift ist bereits mitgetheilt worden, an welchen Stellen der Canalstrecke Schiffahrtsanlagen für die vom Canal unmittelbar berührten Bezirke und Hafenplätze hergestellt worden sind, und bei der Besprechung der Schleusen sowie der Vor- und Binnenhäfen bei Brunsbüttel und Holtenau sind die an den beiden Endpunkten des Canals für Lösch- und Ladezwecke erbauten Ufermauern bereits beschrieben worden. Es ist deshalb hier nur noch die bauliche Ausbildung der auf der Canalstrecke erbauten Häfen zu erötern. Diese Häfen sind im wesentlichen sämtlich nach ein und demselben Grundplane hergestellt worden, und deshalb soll nur auf eine dieser Anlagen näher eingegangen werden. Gewählt ist dazu der in den Text-Abb. 133 bis 135 dargestellte Lösch- und Ladeplatz neben der Fähre bei dem Dorfe Sehestedt, der als Ersatz für eine am alten Eidercanal gelegene und infolge des Baues des Kaiser Wilhelm-Canals eingegangene Ladestelle angelegt werden mufste.

Der kleine Hafen liegt auf der Südseite des Canals. Die Hafenbucht ist durch Zurückziehung des südlichen Canalufers um rund 15 m gebildet und hat, gemessen in der Höhe + 19,77 zwischen den abgepflasterten Böschungen der Querseiten der Bucht, eine Länge von 78 m erhalten. Die südliche Begrenzung der Hafenfläche wird durch eine bis zum niedrigen Canalwasserstande reichende, mit Kies hinterfüllte und in je 3,6 m Entfernung nach hinten verankerte Spundwand gebildet, gegen die sich ein unter 1 : 1 geneigtes, bis bis zur Höhe + 20,77 hinaufreichendes Böschungspflaster lehnt. Diese Böschung wird an zwei Stellen durch 12 m lange und 3 m breite hölzerne Ladebrücken überdeckt. Die Tiefe des Hafens beträgt bei dem niedrigsten Canalwasserstande 3,5 m, die Oberkante der Brücke ist nur 1 m über den mittleren Canalwasserspiegel gelegt, um den kleinen Schiffen, die ganz vorwiegend in dem Sehestedter Hafen verkehren, ein bequemes Löschen und Laden zu gestatten. Auf der gleichen Höhe liegt der durch eine 10 cm starke Kiesschicht befestigte Lagerplatz. Die Hafenfläche wird gegen den Canal durch 1,5 m breite Schwimmflöfse, die an Pfahlbündeln derart festgelegt sind, dafs sie mit dem wechselnden Wasserstande auf- und niedergehen können, begrenzt. Die beiden äufseren Flöfse sind um die Pfahlbündel, an die sie sich mit dem einen Ende lehnen, drehbar; das andere Ende jedes dieser Flöfse ist mit dem Mittelflofs durch eine kurze Haltekette verbunden. Wird eine dieser Ketten gelöst, dann kann das betreffende Flofs ausgeschwenkt und dadurch eine für die Ein- oder Ausfahrt von Schiffen genügende Oeffnung frei gemacht werden. Die Flöfse haben den Zweck, die Bugwelle, die von den durch den Canal fahrenden Schiffen erzeugt wird, von dem Eintritt in die Hafenfläche abzuhalten. Die Bugwelle nimmt mit der Gröfse und der Geschwindigkeit der Schiffe an Höhe zu, sie kann für Schiffe, die am Canalufer liegen, dadurch gefährlich werden, dafs sie dieselben mit grofser Gewalt gegen das Ufer wirft und dabei eine Beschädigung des Schiffskörpers herbeiführt. Durch die Schwimmflöfse wird die Wellenbewegung im Hafen derart vermindert, dafs eine Gefahr für die Schiffe ausgeschlossen ist. Die Breite der Flöfse wurde durch umfangreiche Versuche festgestellt, sie hat sich beim Canalbetriebe als ausreichend erwiesen.

Ergebnisse der Probebelastungen an eisernen Wegebrücken des Dortmund-Ems-Canals.

Sämtliche über den Canal von Dortmund nach den Emshäfen führenden eisernen Wegebrücken wurden vor ihrer Inbetriebnahme einer Probebelastung nach einheitlichen Grundsätzen unterworfen. Von den Ergebnissen dürften namentlich diejenigen von technischem Interesse sein, welche sich bei den nach Musterentwürfen mehrfach ausgeführten Brücken gefunden haben. Solche Untersuchungen liegen vor für nachstehend bezeichnete Wegebrücken:

Brückenart								
1.	49	Stück von	4,5	m nutzbarer Breite	und	31,79	m Stützweite,
2.	41	„ „	5,5	„ „	„ „	31,79	„ „
3.	6	„ „	7,0	„ „	„ „	31,86	„ „
4.	7	„ „	8,0	„ „	„ „	31,86	„ „
5.	8	„ „	5,0	„ „	„ „	31,79	„ „
6.	6	„ „	4,5	„ „	„ „	34,98	„ „
zus.	117						

Die in den Text-Abb. 1 bis 3 durch Linien dargestellten Hauptträger der Brücken 1 bis 5 sind als Halbparabelträger, die der unter 6 genannten Brücken als Halbellipsenträger ausgebildet. Die Brücken von 4,5, 5,0 und 5,5 m Breite haben eintheiligen Gurtquerschnitt ohne oberen Querverband, die von 7,0 und 8,0 m Breite zweitheiligen Gurtquerschnitt und zwischen den vier mittleren Verticalen oberen Querverband. Die Brücken der ersteren Art dienen der Ueberführung von untergeordneteren Wegen und haben als

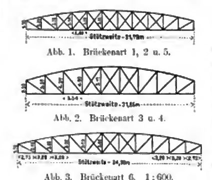


Abb. 1. Brückenart 1, 2 u. 5.

Abb. 2. Brückenart 3 u. 4.

Abb. 3. Brückenart 6. 1 : 600.

Fahrbahn einen doppelten Bohlenbelag; die zwei breiteren Brückenarten sind Chausseebrücken und haben an die Untergurte angehängte Fahrbahn mit Beton- und Schotterbettung auf Buckelplatten. (Vgl. die Brückenquerschnitte in den Text-Abb. 4 bis 9.)

Die Probebelastungen hatten den doppelten Zweck: 1. die Uebereinstimmung zwischen der berechneten mit der wirklichen Beanspruchung des Ueberbaues und der einzelnen Stäbe zu untersuchen und damit die wirkliche Gröfse von Nebenspannungen, die bei der statischen Berechnung nicht berücksichtigt sind, zu bestimmen; 2. mangelhafte Verbindungsstellen und Materialfehler aufzudecken, wenn etwa aufsergewöhnliche Durchbiegungen oder Formänderungen von Constructionstheilen infolge der aufgebrachten Last beobachtet worden wären. Hierzu wurden während der Probebelastung ermittelt:

a) Die senkrechten Durchbiegungen der beiden Hauptträger-Untergurte durch unmittelbare Messung mit Lattenvorrichtungen an mehreren Punkten der Untergurte.

b) Die wagerechten Verbiegungen der Hauptträger-Obergurte durch ähnliche Messung zwischen mehreren gegenüberliegenden Knotenpunkten der Obergurte.

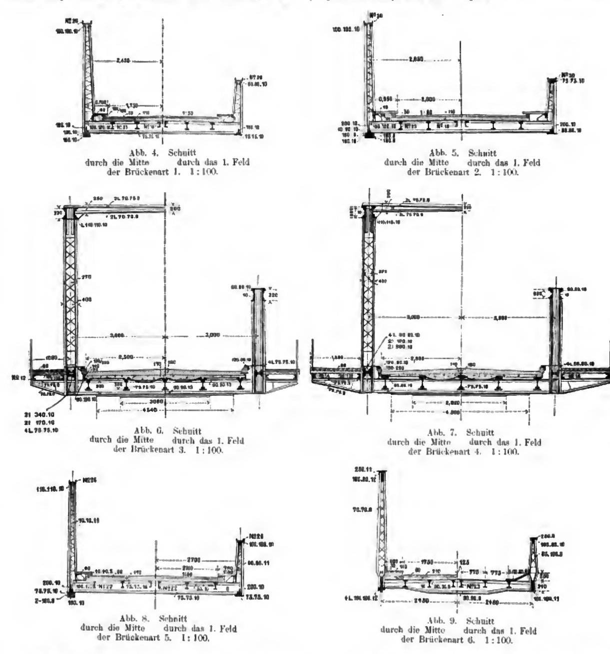


Abb. 4. Schnitt durch die Mitte durch das 1. Feld der Brückenart 1. 1 : 100.

Abb. 5. Schnitt durch die Mitte durch das 1. Feld der Brückenart 2. 1 : 100.

Abb. 6. Schnitt durch die Mitte durch das 1. Feld der Brückenart 3. 1 : 100.

Abb. 7. Schnitt durch die Mitte durch das 1. Feld der Brückenart 4. 1 : 100.

Abb. 8. Schnitt durch die Mitte durch das 1. Feld der Brückenart 5. 1 : 100.

Abb. 9. Schnitt durch die Mitte durch das 1. Feld der Brückenart 6. 1 : 100.

c) Die Spannungen in mehreren, besonders wichtigen Stäben des eisernen Ueberbaues infolge der aufgebrachten Last unter Benutzung von acht Balckeschen Spannungsmessern.

Als Belastung wurde auf die zu untersuchende Brücke eine solche Menge Sand, Boden oder Steine mittels Karren gleichmäfsig aufgefahren, dafs durch die Lastvertheilung das der statischen Berechnung des Ueberbaues zu Grunde gelegte

gröfste Moment in den Hauptträgern in Wirklichkeit nicht nur erreicht, sondern — zur Berücksichtigung des Einflusses etwaiger Verkehrsstöfse — noch um 30 v. H. überschritten werden mufste. Der statischen Berechnung für gewöhnliche Wegebrücken waren Verkehrslasten durch einen schweren Wagen von 10 t Gewicht und Menschengedränge von 400 kg/qm zu Grunde gelegt, für Chausseebrücken aufserdem noch die Verkehrslast durch einen sehr schweren Wagen oder durch eine Dampfwalze von je 20 t. Unter Berücksichtigung oben genannten Zuschlags wurde demnach eine Probelast erforderlich:

bei den 4,5 m breiten Brücken von 1,313 t
„ „ 5,0 „ „ „ „ 1,456 „
„ „ 5,5 „ „ „ „ 1,638 „
„ „ 7,0 „ „ „ „ 2,691 „
„ „ 8,0 „ „ „ „ 2,938 „

für 1 m Hauptträger. Nach mehrfacher Bestimmung des Einheitsgewichtes von dem zur Verwendung gekommenen Belastungsmaterial wurde für jede einzelne Brücke der den genannten Gewichten entsprechende Schüttungs-Querschnitt bestimmt und demgemäfs aufgetragen. Für die Untersuchungen und Messungen wurden dann bei den 4,5 bis 5,5 m breiten Brücken, die 11 Trägerfelder besitzen, 9 Belastungsfälle unterschieden, je nachdem

1. kein Feld belastet,
2. die ersten 2 Felder belastet
3. „ „ 4 „ „
4. „ „ 7 „ „
5. „ „ 9 „ „
6. „ „ 11 „ „
7. „ letzten 6 „ „
8. „ „ 3 „ „
9. alle Felder entlastet waren;

bei den Chausseebrücken mit 9 Trägerfeldern wurden nur 8 Belastungsfälle unterschieden.

Beim Vergleich der Ergebnisse gleichartiger Wegebrücken hat sich, wie aus nachstehendem zu ersehen ist, eine recht grofse Verschiedenheit in den Formänderungen herausgestellt. Deshalb darf zur Beurtheilung der Genauigkeit der bei diesen Probebelastungen gefundenen Zahlenwerthe nicht unerwähnt bleiben, dafs die Untersuchungen unter oben genannten Verhältnissen mit gröfseren Fehlerquellen verbunden waren, als sie z. B. im allgemeinen bei den Probebelastungen von Eisenbahnbrücken auftreten werden. Als solche Fehlerquellen sind zu nennen: 1. Die Schwierigkeit, das wirkliche Gewicht der Probelast bei wechselndem Feuchtigkeitsgrad und verschiedener Dichtigkeit mit einfachen Mitteln annähernd genau zu bestimmen. 2. Der Wechsel der Luftwärme während der 1 bis 3 Tage lang dauernden Belastungsprobe und sein Einflufs auf die Formänderung der Fachwerkträger. 3. Die Ungenauigkeit der zur Verwendung gekommenen einfachen Mefsgeräthe, die durch den vielfachen Gebrauch innerhalb dreier Jahre naturgemäfs sehr gelitten hatten und die bei mancher mehrere Tage bei Wind und Wetter dauernden Untersuchung auch durch äufsere Einwirkungen sehr beeinflufst wurden. 4. Die verschiedene, dem einzelnen Beobachter eigenthümliche Handhabung der Vorschriften und Mefsgeräthe für die Untersuchungen bei den einzelnen Brücken. Die Vornahme der Untersuchungen und Messungen bei sämtlichen Brücken unter Leitung eines und desselben Technikers liefs sich leider nicht ermöglichen, die Leitung wechselte vielmehr unter etwa 30 Beamten ab.

Prüfung der Richtarheit. Mit Rücksicht darauf, dafs das menschliche Auge eine längere, thatsächlich wagerechte Linie nach unten durchgebogen zu sehen glaubt, war aus Schönheitsrücksichten für die eisernen Ueberbauten, im besonderen bei

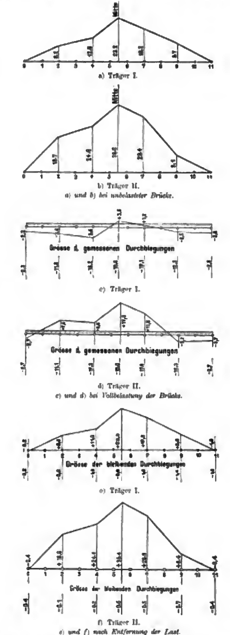


Abb. 10. Höhenmessung der Untergurt-Knotenpunkte nach der Ausrüstung bei einer Brücke der Art 1 während einer Luftwärme von — 1° bis + 6° C.

nebenstehendem Untergurtquerschnitt mit nach der Trägermitte zunehmender Anzahl von Verstärkungsblechen eine solche Montage-Ueberhöhung vorgeschrieben worden, dafs bei voller Belastung (Eigenlast + Verkehrslast) eine regelmäfsig verlaufende, mindestens noch wagerechte Linie der Untergurte gewährleistet würde. Dies entsprach bei der vorhandenen Stützweite einer Ueberhöhung von etwa 40 mm für die Zulage

in der Werkstätte. Die Höhenmessungen an den mit diesem Stich ausgeführten Brücken ergaben dann auch im allgemeinen erreichbar regelmäfsig verlaufende und selbst bei Vollbelastung der Brücke die Wagerechte noch etwas überragende Linien der Untergurte (sieh die als Beispiel dienenden Darstellungen in Text-Abb. 10). Zuweilen wurden aber mehr oder weniger zickzackartig verlaufende Linien festgestellt, deren vollständige Ausbesserung nicht mehr gelang.

Derartige Höhenmessungen werden — abgesehen von der Ungenauigkeit des Mefsgeräthes — von dem Wechsel der Luftwärme aufserordentlich beeinflufst. Bei einer Brücke von 34,98 m Stützweite wurde beispielsweise an verschiedenen Tagen in unbelastetem Zustande der Höhenunterschied einer und derselben Trägermitte zu 7 mm = $\frac{2}{10000}$ der Stützweite beobachtet. Beim Nachmessen der Lichtmafse zwischen den Obergurten im unbelasteten, aber ausgerüsteten Zustande der Brücken wurde zum Theil über Erwarten grofse Verschiedenheit gefunden. In wie weit diese auf Ungenauigkeit der Richtarbeit zurückzuführen sein dürfte, ist nicht bestimmbar, da vorher die genauen Lichtmafse zwischen den Obergurten im spannungslosen Zustande, d. h. vor der Ausrüstung der Brücke nicht festgestellt worden waren.

Messung der senkrechten Durchbiegungen. Die senkrechten Durchbiegungen der Untergurte während der Belastung wurden im allgemeinen an den Auflagern, in den Hauptträgermitten und an vier zwischenliegenden Knotenpunkten gemessen. Deshalb waren bei den Brücken mit 11 Feldern 2 · 9 · 7 = 126, bei denjenigen mit 9 Feldern 2 · 8 · 7 = 112 Ablesungen erforderlich. Das Ergebnifs dieser Ablesungen wurde für jeden Hauptträger zeichnerisch übersichtlich aufgetragen, um den regelmäfsigen Verlauf der Durchbiegungen untersuchen zu können. (Sieh das Beispiel in Text-Abb. 11.) Während sich die vorübergehende Durchbiegung in den Mitten zweier zusammengehörigen Hauptträger gewöhnlich fast gleich grofs ergab, wurde bei starkem Wechsel der Luftwärme (der während der Dauer einer Belastungsprobe bis zu $15\frac{1}{2}$° C. beobachtet worden ist) nicht selten bei der bleibenden Durchbiegung der Trägermitten zweier Hauptträger Unterschiede von 3 bis 4 mm festgestellt, und zwar hatte dann der dem Sonnenlicht unmittelbar ausgesetzte Untergurt die geringere bleibende Durchbiegung. Mehrfach wurde nach grofser Erwärmung der Luft bei entlasteter Brücke eine höhere Lage der Trägermitte gemessen als vor Beginn der Belastung (bis zu 5,2 mm). Bei ziemlich gleichbleibender Luftwärme wurde für das Verhältnifs zwischen vorübergehender und bleibender Durchbiegung bei den 4,5 bis 5,5 m breiten Brücken 3 bis 15 v. H., im Mittel etwa 10 v. H., bei den 7 und 8 m breiten Brücken 17 bis 25 v. H. gefunden, ohne dafs an der Construction besondere Fehler erkannt werden konnten. Zur Werthschätzung der Richtarbeit eiserner Brücken-Ueberbauten läfst sich demnach die in den Vertragsbedingungen gegebene Bestimmung: „Die Ergebnisse der Probebelastungen sollen wesentlich nach dem Verhalten zwischen elastischer und bleibender Durchbiegung beurtheilt werden; letztere darf überall höchstens 7 v. H. der ersteren betragen“ bei einer ersten Probebelastung nicht aufrecht erhalten. Bei der zweiten Probebelastung, welche bei zwei Brücken von 4,5 m bezw. 5,5 m Breite nothwendig wurde, ergab sich dagegen ein kleineres Verhältnifs, nämlich etwa 4 v. H. Die vorübergehende Durchbiegung der Hauptträgermitte infolge der Probelast
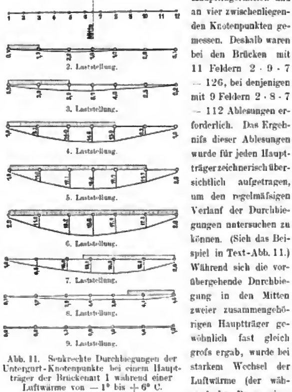


Abb. 11. Senkrechte Durchbiegungen der Untergurt-Knotenpunkte bei einem Hauptträger der Brückenart 1 während einer Luftwärme von — 1° bis + 6° C.

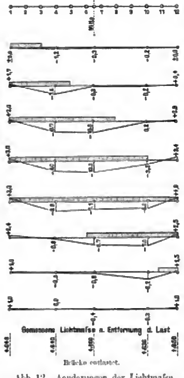


Abb. 12. Aenderungen der Lichtmafse zwischen den Obergurten der Brücke nach Abb. 11 während der Belastung. Lichtmafs des Entwurfs = 4,640 m.

bei der Brückenart	ist beobachtet worden:	kann rechnerisch betragen:
1.	mit 12 bis 28,5, im Mittel etwa 18 mm	21 bis 26 mm
2.	„ 15 „ 26,0 „ „ „ 20 „	22 „ 28 „
3.	„ 5 „ 13,3 „ „ „ 10 „	14 „ 18 „
4.	„ 9 „ 15,5 „ „ „ 12 „	19 „ 24 „
5.	„ 17 „ 23,5 „ „ „ 20 „	23 „ 28 „
6.	„ 12 „ 23,0 „ „ „ 18 „	21 „ 27 „

Messung der wagerechten Bewegungen der Hauptträger-Obergurte. Die wagerechten Bewegungen der Obergurte während der Belastung wurden bei den offenen Brücken an sechs Brückenquerschnitten, bei den halbgeschlossenen nur zwischen den Endständern gemessen. Dabei stellte sich das anfänglich überraschende Ergebnifs heraus, dafs an den Endständern der offenen Brücken bei Vollbelastung eine Ausbiegung der Obergurte (Vergröfserung des Lichtmafses) stattfinden kann, welche — für beide Träger zusammen — bei den 4,5 m breiten Brücken 0 bis 8 mm, bei den 5,0 m breiten 0 bis 2 mm, bei den 5,5 m breiten 2 bis 9 mm betragen hat. An den anderen Punkten wurde bei zunehmender Belastung

eine Annäherung der Obergurte beobachtet, die in den Mitten bei 4,5 m Brückenbreite 6 bis 14,2 mm, bei 5,0 m Breite 5,5 bis 8 mm und bei 5,5 m Breite 12 bis 22 mm betragen hat. Nach Entfernung der Last trat der frühere Zustand ungefähr wieder ein. Text-Abb. 12 zeigt ein Beispiel der über diese Untersuchungen gemachten Aufzeichnungen.

Die eigenthümliche Formänderung des Obergurtes während der Brückenbelastung läfst sich erklären mit Hülfe der im Centralblatt der Bauverwaltung 1884, S. 415 veröffentlichten Theorie über das „Ausknicken der Druckgurte offener Brücken". Der Obergurt, dessen Enden nicht vollkommen fest sind, sondern um ein gewisses Mafs mit den Endständern seitlich elastisch nachgeben, kann infolge der axialen Druckkräfte eine wellenförmige Gestalt annehmen, deren Abmessungen im besonderen von den Trägheitsmomenten des Obergurtes und der Verticalen abhängen. Bei der Brückenart 1 läfst sich z. B. die Wellenlänge l infolge der Probelast (sieh Text-Abb. 13) ungefähr berechnen zu

Abb. 13. Wellenförmige Verbiegung eines Obergurtes infolge der Verkehrslast.

$$l = \sqrt{\frac{20\ E \cdot J_1}{P}} = \text{bis} \begin{cases} \sqrt{\dfrac{20 \cdot 2\,100\,000 \cdot 5280}{49\,400}} = 2120 \text{ cm.} \\ \sqrt{\dfrac{20 \cdot 2\,100\,000 \cdot 5280}{19\,500}} = 3380 \text{ cm.} \end{cases}$$

Die Wellenlänge l wird also während der Probebelastung einen Mittelwerth zwischen 21,2 und 33,8 m angenommen haben. In den Fällen, in welchen die Wellenlänge nicht in der Trägermitte von 31,79 m aufging, mufsten die resultirenden Kräfte R^1 die wagerechten Widerlagskräfte für die resultirende Druckkraft R auf der mittleren Welle in der Weise stellen, dafs die Verticalen am Ende nach aufsen gedrückt werden. Es sei noch hervorgehoben, dafs die Brückenarten 1 und 2 gegen Knicken des ganzen Ueberbaues unter der Probelast rechnungsmäfsig eine 4,2 und 5,4 fache Sicherheit besitzen.

Messung von Stabspannungen. Bei den meisten Brücken wurden die Spannungen der theoretisch am stärksten beanspruchten Obergurtstäbe O_6 bezw. O_5 mit mehreren Mefsgeräthen gemessen, um einen Vergleich der Ueberbauten unter einander zu ermöglichen. Im übrigen bezogen sich die Spannungsmessungen hauptsächlich noch auf die ersten Diagonalstäbe, sowie abwechselnd auf die anderen Hauptträgerstäbe. Die wichtigsten Messungsergebnisse können in nebenstehender Tabelle zusammengefafst werden.

Wo angängig waren sowohl auf der inneren als auf der äufseren Seite der Gurt- und Diagonalstäbe Spannungsmesser angebracht. Hierdurch liefsen sich im selben Querschnitt eines Stabes gleichzeitig kleine Unterschiede der Spannungsgröfsen feststellen. Wegen der Unregelmäfsigkeit dieser Unterschiede wurde es jedoch für nicht möglich erachtet, aus dem Umstande eine allgemein gültige Nutzanwendung für die Art der Spannungsvertheilung zu ziehen. Aus der Tabelle ersieht man, dafs die kleinsten und gröfsten Messungen einer Stabspannung sehr von

Benennung der geprüften Stäbe	Anzahl der geprüften Stäbe	Spannungen (Zug = +, Druck = −) gemessen min. kg/qmm	max. kg/qmm	im Mittel kg/qmm	rechnerisch ohne Nebenspannung kg/qmm
Brückenart 1 (4,5 m Breite)					
O_1	11	− 0,9	− 5,3	− 2,1	− 3,3
O_2	12	− 2,4	− 5,6	− 3,9	− 4,7
O_3	5	− 3,3	− 7,3	− 5,3	− 5,1
O_4	8	− 3,2	− 6,9	− 5,4	− 5,5
O_5	5	− 3,7	− 6,1	− 4,9	− 5,7
O_6	43	− 3,9	− 8,6	− 5,8	− 5,7
U_1	9	+ 0,6 / − 0,7	+ 1,4 / − 1,4	− 0,3	± 0
U_2	6	+ 1,9	+ 4,0	+ 3,0	+ 4,9
U_3	8	+ 2,4	+ 3,9	+ 3,2	+ 5,7
U_4	3	+ 3,1	+ 3,3	+ 3,2	+ 5,5
U_5	11	+ 2,5	+ 5,5	+ 4,0	+ 6,0
U_6	19	+ 2,6	+ 4,0	+ 3,3	+ 6,4
D_1	10	innen +3,2, aufsen +3,8	innen +5,5, aufsen +5,2	innen +4,7, aufsen +4,6	+ 4,9
Brückenart 2 (5,5 m Breite)					
O_1	8	− 1,4	− 4,0	− 2,5	− 3,5
O_2	10	− 4,1	− 6,7	− 5,3	− 5,2
O_3	11	− 4,1	− 7,7	− 5,4	− 5,5
O_4	6	− 4,3	− 8,1	− 5,6	− 5,9
O_5	7	− 4,8	− 8.1	− 6,0	− 6,1
O_6	42	− 4,4	− 7,5	− 5,9	− 6,1
U_1	3	− 0,8	− 2,0	− 1,1	± 0
U_2	8	+ 3,0	+ 6,1	+ 4,4	+ 5,7
U_3	6	+ 2,5	+ 4.2	+ 3,3	+ 6,4
U_4	4	+ 2.4	+ 3,9	+ 3,2	+ 6,5
U_5	6	+ 3,3	+ 4,6	+ 4,0	+ 5,9
U_6	20	+ 2.5	+ 5,9	+ 3.8	+ 6,1
D_1	7	innen +3,3, aufsen +2,7	innen +5,4, aufsen +5,8	innen +4,4, aufsen +4,2	+ 5,2
Brückenart 3 (7,0 m Breite)					
O_4	2	− 2,0	− 4,0	− 3,2	− 5,1
O_5	7	− 3,1	− 5,5	− 4.3	− 5,1
U_6	2	+ 1,8	+ 2,1	+ 2.0	+ 5,1
D_1	8	+ 3,2	+ 4,6	+ 3,8	+ 4.3
D_2	1	+ 3,3	+ 4.4	+ 3,9	+ 4,7
D_3	3	+ 2.6	+ 3.7	+ 3,0	+ 5,6
D_4	1	+ 1,3	+ 1.8	+ 1,6	+ 6,8
Brückenart 4 (8,0 m Breite)					
O_4	1	− 3,0	− 4,0	− 3,5	− 4,9
O_5	5	− 3,3	− 5,9	− 4,4	− 4,9
U_3	4	+ 1.8	+ 5,0	+ 3,4	+ 5,2
D_1	8	innen +2,9, aufsen +2,0	innen +4.5, aufsen +4,2	innen +3,6, aufsen +3,3	+ 4,3
D_2	3	+ 3,0	+ 3,6	+ 3,3	+ 4,7
Brückenart 5 (5,0 m Breite)					
O_5	13	− 0,5	− 3,0	− 1,9	− 3,1
O_6	16	innen −2,4, aufsen −3,0	innen −7,9, aufsen −7,8	innen −6,2, aufsen −6,0	− 5,8
D_1	8	+3,1 +3,3	+6,2 +6,4	−5,2 −5,3	+ 5,2
Brückenart 6 (4,5 m Breite)					
O_6	3	− 5,3	− 5,8	− 5,7	− 6,3
U_6	3	+ 3,6	+ 5,3	+ 4,3	+ 6,4
D_1	12	+ 3,8	+ 6,7	+ 4,7	+ 5,2
D_2	6	+ 3,2	+ 4,5	+ 3,8	+ 5,3

einander abweichen und dafs die letzteren — infolge besonderer Nebenspannungen — die rechnerischen Gröfsen zum Theil etwas überschritten haben. Die Mittelwerthe der Spannungsmessungen in den Obergurten der beiden ersten Brückenarten stimmen aber zum gröfsten Theil auffallend mit den rechnerischen Werthen überein.

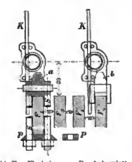
Die Mittelwerthe der in den Untergurtstäben gemessenen Spannungen bleiben durchweg, ihr Gröfstwerth fast überall ziemlich bedeutend unter den rechnerischen Gröfsen. Es läfst sich also annehmen, dafs einzelne Fahrbahntheile an den Zugspannungen des Untergurtes theilnehmen. Die vorhandenen Querschnittsgröfsen der Diagonalen werden dagegen, wie ersichtlich, mehr ausgenutzt, namentlich wenn man beachtet, dafs für diese Stäbe bei der Probebelastung nicht ganz die gefährlichsten Verkehrslaststellungen erreicht worden sind. Die Nebenspannungen in den untersuchten Stäben dürften also im ganzen von keiner besonderen Bedeutung sein. Die an einzelnen Verticalen vorgenommenen Spannungsmessungen ergaben nur kleine, aber zwischen Druck und Zug wechselnde Gröfsen. Die gröfsten Beanspruchungen der schmäleren Diagonalen und Gegendiagonalen namentlich bei den offenen Brücken festzustellen, bot sich keine Gelegenheit, da sehr schwere Einzellasten zu den Belastungsproben nicht zu Gebote standen. Sowohl bei der ausgeführten Vollbelastung als auch bei entlasteter Brücke war bei vielen Gegendiagonalen ein starkes seitliches Ausbiegen zu beobachten, was wiederholt zu Ausbesserungen Veranlassung gab.



Abb. 14. Aufzeichnung der senkrechten Durchbiegungen auf Papierstreifen an den Lattenvorrichtungen.

Die bei den Untersuchungen zur Verwendung gekommenen Mefswerkzeuge. Zur Messung der senkrechten und wagerechten Bewegungen der Gurte wurden einfache Lattenvorrichtungen von etwa 7 zu 7 cm Querschnitt verwandt. Die Ablesung der senkrechten Durchbiegungen fand am bequemsten und genau genug etwa 1 m über der Fahrbahn statt. Dabei hat sich ein Verfahren mit jedesmaliger Aufzeichnung auf Papierstreifen am besten bewährt. Auf das freie Ende der feststehenden Latte und auf das freie Ende der beweglichen Latte wurde je ein Streifen Zeichenpapier oder besser Zinkblech befestigt. Auf letzterem wurden so viele Punkte in wagerechter Linie angegeben als bei der Untersuchung Laststellungen vorkommen sollten. Kurz vor Aufbringen der Last wurden sämtliche Punkte mit einer Nadel auf den Papierstreifen der festen Latte durchgestochen. Bei der Laststellung 2 ward nur der 2. Punkt, bei der nächsten nur der 3. Punkt usw. durchgestochen. Bei der Laststellung 8 bezw. 9 (bei entlasteter Brücke) erhielt man dann auf der festen Latte eine Zeichnung (sieh Text-Abb. 14), aus der sich die Durchbiegungsgröfsen für jede Laststellung mit Hülfe eines Mafsstabes ablesen liefsen. Das beschriebene Verfahren erschien übersichtlicher und genauer als die Verwendung des anfangs vergleichsweise benutzten Durchbiegungsmessers von Klopsch. Bei diesem waren gröfsere Ungenauigkeiten häufig dadurch entstanden, dafs infolge der langen Dauer der Untersuchung das schwere Belastungsgewicht im weichen Untergrund eingesunken oder der Draht durch seitliche Windkräfte in Schwingungen gerathen war, was auf den Zeiger der Rillenscheibe von nicht unbedeutendem Einflufs sein mufste. Bei der Messung der seitlichen Bewegung der Obergurte wurde das eine Ende der über die Obergurtspunkte gelegten Latten mittels Keile an die betreffenden Obergurtstellen befestigt. An dem anderen Ende war eine Marke angegeben, von wo ab am bequemsten mit Hülfe eines Rechenstabes die Annäherung oder Auseinanderziehung der Obergurte festgestellt werden konnte.

Zur Messung der Spannungen in einzelnen Stäben der eisernen Ueberbauten wurden acht Balckesche Spannungsmesser der Bauart C (vgl. Centralblatt der Bauverwaltung 1895, S. 473) benutzt. Zur Untersuchung, wie weit die zwei- und vierfachen Diagonalen der offenen Brückenträger gleichmäfsig vertheilte Spannungen erfahren, erhielten die Mefswerkzeuge besondere Ergänzungstheile (sieh Text-Abb. 15). Die Handhabung der Mefsgeräthe bot keine besonderen Schwierigkeiten. Als wichtig wurde erkannt, die Spannungsmessungen wenigstens bei einer und derselben Brücke von der gleichen Hand mit dem gleichen Keilmafsstab vornehmen. Andernfalls wurden selbst bei richtiger Benutzung der Mefsgeräthe für dieselbe Spannung Unterschiede bis zu 0,3 kg/qmm beobachtet.



F_1 bis F_4 = Flacheisen der Diagonale D. P = Ankerplatte. K = Keilmafsstab. S, S = Ankerstangen. a, b = Klemmen.

Abb. 15. Spannungsmessung bei 4-fachen Diagonalen der Brückenarten 1, 2 und 5 mit Balckes Spannungsmesser C nebst Ergänzungstheilen.

Da die Theilung auf den Keilmafsstäben für den Elasticitätsmodul $E = 20\,000$ kg/qmm berechnet ist, die Untersuchung mehrerer Probestäbe des bei den Wegebrücken hauptsächlich zur Verwendung gekommenen Flufseisens aber $E = 21\,000$ kg/qmm ergeben hat, wären eigentlich die meisten gemessenen Spannungsgröfsen mit 1,05 zu multipliciren. Mit Rücksicht aber darauf, dafs in dem verwandten Eisenmaterial immerhin eine gewisse Verschiedenheit herrschen wird, wurde diese Umrechnung nicht ausgeführt.

Kosten der Probebelastungen und Schlufsfolgerungen. Die Kosten für das Aufbringen der Belastung auf eine Brücke haben durchschnittlich 120 bis 200 ℳ betragen. Für die Anfertigung der Lattenvorrichtungen, die etwa 10 bis 15 mal gebraucht werden konnten, waren etwa 50 ℳ zu zahlen. Die acht Spannungsmesser „Balcke C“ haben je 125, zusammen 1000 ℳ gekostet.

Wenn auch der zu Anfang gestellte doppelte Zweck der Probebelastungen wegen des geringen gleichmäfsigen Genauigkeits-

grades der Messungen sich nicht vollkommen erreichen liefs, so können u. a. doch folgende Schlufsfolgerungen gezogen werden.

a) Für die Beurtheilung der Tragfähigkeit der Brücken.

Die Durchschnittswerthe der gemessenen Stabspannungen bestätigen im allgemeinen die genügende Richtigkeit der statischen Berechnung, auch bleiben die Durchbiegungsgröfsen der Untergurte innerhalb der üblichen Grenzen. Da aufserdem die Herstellung des Brückenmaterials in den Hütten zuverlässiger Unterlieferer stattfand, da durch sorgfältige Prüfung des verwandten Materials dessen verlangte Festigkeit nachgewiesen, rissiges oder fehlerhaftes Material nicht entdeckt wurde, kann im Zusammenhange mit den zuvor erläuterten Untersuchungen mit Sicherheit darauf gerechnet werden, dafs die Brücken den an sie gestellten Anforderungen genügen werden.

b) Für die Entwurfsaufstellung.

Die bei der statischen Berechnung der behandelten Brücken s. Z. erhaltenen Spannungswerthe durch Verkehrslast dürften nach Ausweis der Messungen in den Obergurt- und Diagonalstäben im allgemeinen der Wirklichkeit entsprechen, in den Untergurtstäben im allgemeinen von den thatsächlichen Spannungen im Betriebe lange nicht erreicht werden. Der Einflufs von Nebenspannungen bei den gewählten Trägerarten ist gering. Die zugelassene Inanspruchnahme des Flufseisens dürfte deshalb zur Erreichung des üblichen Sicherheitsgrades in den Obergurt- und Diagonalstäben zweckentsprechend (900 bezw. 750 kg/qcm) gewählt sein; in den Untergurtstäben hätte sie ohne Bedenken von 900 auf 1000 kg/qcm gesteigert werden dürfen. Die Verbiegungen der Obergurte bei den 5,5 m breiten Brücken, welche durch Vollbelastung in der Mitte eine Annäherung bis zu 22 mm dargestellt haben, dürften darauf hindeuten, dafs mit der vorhandenen Entfernung, Stützweite und Höhe der Hauptträger die Grenze erreicht ist, wo ein einfacher Gurtquerschnitt ohne oberen Querverband zugelassen werden sollte, es müfsten denn die Verticalen und die Eckversteifungen noch kräftiger wie hier gewählt werden. Die häufig beobachtete starke seitliche Ausbiegung der meisten Gegendiagonalen läfst die Erwägung rechtfertigen, ob bei Fachwerkträgern von gröfserer Höhe statt der gekreuzten schlaffen Diagonale nicht besser einfache steife Diagonalstäbe am Platze wären.

c) Für die Brückenprüfung.

Die wichtigsten Mittel, die verlangte Tragfähigkeit und Haltbarkeit eiserner Wegebrücken nachzuweisen, dürften (neben einer zuverlässigen statischen Berechnung) in der Untersuchung über die Güte des zur Verwendung kommenden Materials, in der sorgfältigen Ueberwachung der Bearbeitung des Eisens in der Werkstatt und auf der Baustelle, sowie in einer möglichst eingehenden Prüfung der Nietstellen und des Zustandes des Brückenanstrichs bestehen. Bei neu hergestellten Ueberbauten wird der unmittelbare Beweis der — allerdings nur einmaligen — Tragfähigkeit durch eine die gröfste Verkehrslast noch überschreitende Probelast immerhin empfehlenswerth sein. Zur thatsächlichen Feststellung der vorkommenden Spannungsgröfsen von einzelnen Stäben der Fachwerkträger, namentlich solcher, die statisch unbestimmt oder voraussichtlich gröfseren Nebenspannungen unterworfen sind, wird der Gebrauch von Spannungsmessern ein brauchbares Hülfsmittel bleiben.

R. Roefsler.

Das Mittelwasser der Ostsee bei Kolbergermünde.

Das Mittelwasser der Ostsee bei Kolbergermünde war im Jahre 1867 von dem damaligen Hafen-Bauinspector Moek für den Zeitraum von 1848 bis 1867 auf 4' 10" 0,06''' = 1,5171 m über Pegel-Null berechnet worden. Die Angaben dieser Berechnung sind in die „Nivellements und Höhenbestimmungen der Punkte erster und zweiter Ordnung II. Band, 1873, ausgeführt von dem Bureau der Landestriangulation" aufgenommen worden. Infolge der Berücksichtigung der in den Jahren 1868 bis einschliefslich 1874 beobachteten Wasserstände war in dem 1875 herausgegebenen 3. Bande der Nivellements und Höhenbestimmungen das Mafs des Ostsee-Mittelwassers bei Kolbergermünde auf + 1,5235 m über Pegel-Null geändert worden. Abgesehen aber davon, dafs der in Betracht gezogene nur 27jährige Zeitabschnitt von 1848 bis 1874 für die Bestimmung des Mittelwassers ein so kurzer ist, dafs die Berücksichtigung der Wasserstandsbeobachtungen noch eines weiteren kleineren Zeitraumes schon einen erheblichen Unterschied von dem bisherigen Ergebnifs herbeiführen kann, sind auch die Monatssummen der täglichen Wasserstände, auf welchen die früheren Berechnungen beruhten, wie sich nunmehr herausgestellt hat, mehrfach und zum Theil mit recht erheblichen Fehlern behaftet, was weiter unten noch nachgewiesen werden soll.

Eine nochmalige Berechnung des Mittelwasserstandes, welche zugleich auf einen gröfseren Zeitabschnitt ausgedehnt wird, erscheint demnach nothwendig. Die Berücksichtigung eines umfangreichen Zeitraums ist aber angängig; denn es sind nicht nur seit der früheren Ermittlung mehr als 20 Jahre verflossen, deren Wasserstandsbeobachtungen für eine Neuberechnung des Mittelwassers benutzt werden können, sondern es sind auch die Wasserstandsaufzeichnungen aus einer mehr als 30jährigen Beobachtungszeit des Hafenpegels vor dem Jahre 1848 in den alten Acten vollständig vorhanden. Dieselben sind zwar aus unbekannten Gründen bei den früheren Berechnungen nicht in Betracht gezogen worden, bieten aber ein werthvolles und den neueren Wasserstandslisten gleichwerthiges Material für die Wiederaufnahme der Berechnung des Mittelwassers, da jene Wasserstandsbeobachtungen nachweisbar zu derselben Tageszeit, an einem Pegel in derselben Höhenlage und von Beamten derselben Art wie die späteren amtlichen Wasserstandsbeobachtungen bewirkt worden sind.

Für die vorliegende, infolge des Erlasses des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten an die Königl. Regierung in Köslin vom 30. Januar 1893 von dem Unterzeichneten ausgeführte Neuberechnung des Mittelwassers der Ostsee bei Kolbergermünde haben die von dem jetzigen Vorsteher des

Bureaus für die Hauptnivellements und Wasserstandsbeobachtungen im Ministerium der öffentlichen Arbeiten, Geheimen Regierungsrath Prof. Dr. Wilhelm Seibt verfafsten und im Verlag der P. Stankiewiczschen Buchdruckerei in Berlin erschienenen Veröffentlichungen des Geodätischen Instituts: „Das Mittelwasser der Ostsee bei Swinemünde, I. und II. Mittheilung" und „Das Mittelwasser der Ostsee bei Travemünde" als Vorbild gedient; wie mir denn auch Herrn Seibts persönliche Rathschläge und Erfahrungen bei Ausarbeitung dieser Abhandlung zu gute gekommen sind.

Die Hafenpegel und ihre Festpunkte.

Auf Veranlassung der Königlichen Ober-Baudeputation in Berlin wurde im Jahre 1810 der Hafenpegel in Kolbergermünde und gleichzeitig ein Festpunkt desselben eingerichtet. Die Lage und Höhe des Hafenpegels und seines Festpunktes werden in einem erst nachträglich unter dem 4. Juni 1818 von dem Königlichen Landbaumeister Wiebolitz in Belgard

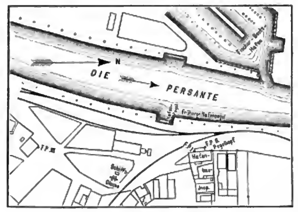


Abb. 1. Lageplan. 1:2500.

aufgenommenen Lageplan (Text-Abb. 1) nebst Niederschrift näher gekennzeichnet. Letztere lautet in der von dem Regierungs- und Baurath Schuster in Köslin unter dem 17. October 1822 vervollständigten Fassung wörtlich:

„An einem Bollwerkspfahl ist der Wasserstand auf einer daran befestigten Tafel verzeichnet. Der Nullpunkt reicht unter die niedrigste Wasserfläche des Persante-Stromes. Der Pegel ist übrigens an dem Bollwerk dergestalt befestigt, dafs er vom Nullpunkt bis unter den Bollwerksholm 8, bis zur Oberkante des Holmes aber 9 Fufs Höhe angiebt. Mit dieser die Oberfläche des Bollwerksholmes bezeichnenden Linie in der Wage liegt die Oberfläche eines in der Erde eingegrabenen Feldsteines an der Nord-Giebelecke der Münder Vogtei-Wohnung, worauf eine Tafel von eichenen, zwei Zoll starken Planken mit eisernen Klammern befestigt ist und daher nie sinken kann; woran die Skala vom 9. Fufs anhebt und bis zur Höhe von 12 Fufs hinaufreicht."

Somit war die Höhenlage des Pegel-Nullpunktes auf 12' = 3,766 m unter dem zugehörigen Festpunkt, der Oberfläche des sogenannten Pegelkopfes an der Nordwestecke der als Wohnung des städtischen Lotsencommandeurs dienenden Voigtei, der jetzigen Hafen-Bauinspection, festgestellt. Im Jahre 1834 wurde die Höhenlage des Pegels gegen seinen Festpunkt auf Veranlassung der Königlichen Ober-Baudeputation durch den Königlichen Landbaumeister Valentin geprüft und als richtig befunden. Desgleichen ist unter dem 23. December 1845 der Königlichen Ober-Baudeputation von der unveränderten Stellung des Hafenpegels und seines Festpunktes Mittheilung gemacht. In diesem Bericht ist aufser dem bisherigen Pegel-Festpunkt noch ein zweiter erwähnt. Als Festpunkt wurde damals auch die Plinthe des Voigteihauses benutzt, und zwar eine Stelle an der Westseite des Hauses, dicht neben der nordwestlichen Ecke, an welcher der Pegelkopf sich befand. Die Höhe dieses zweiten Festpunktes über Pegel-Null betrug nach der amtlichen Angabe der Regierung in Köslin 12' 4" 7''' (= 3,886 m). Wohl aus dem Grunde, weil dieser massive Festpunkt auf die Dauer eine gröfsere Sicherheit zu bieten schien als der eichene Pegelkopf, wurde bei den seit dem Jahre 1858 alljährlich vorgenommenen Pegeluntersuchungen die Höhenlage des Pegel-Nullpunktes amtlich nicht mehr mit der des Pegelkopfes, sondern mit der des Plinthen-Festpunktes in Vergleich gezogen. Jedoch erweisen die Acten der Kolbergermünder Hafen-Bauinspection, dafs daneben noch eine Vergleichung des Pegels auch mit dem alten, eigentlichen Festpunkt stattgefunden hat.

Wie die Jahreszusammenstellungen der Wasserstände an dem Kolbergermünder Hafenpegel und die diesen Zusammenstellungen zugefügten Angaben über den Höhenunterschied des Pegel-Nullpunktes und des zugehörigen Festpunktes (des Plinthenfestpunktes) erhärten, ist bis zum Jahre 1874 keine Aenderung in der Höhenlage des Hafenpegels eingetreten. Erst die Bescheinigung auf der Zusammenstellung der Wasserstände für 1874 über die am 2. December 1874 erfolgte Untersuchung des Pegels scheint eine geringe Abweichung von den früheren Prüfungsergebnissen nachzuweisen, insofern nämlich in derselben der Höhenunterschied zwischen Pegelnull und Plinthen-Festpunkt nicht mehr auf 12' 4" 7''' (= 3,886 m), sondern auf 12' 4" 10''' (= 3,893 m) angegeben ist. Es ist jedoch zu bemerken, dafs diese Abweichung nicht auf eine wenn auch geringe Veränderung der Höhenlage des Pegels, sondern auf eine geringe Verschiebung des Aufstellungspunktes der Nivellirlatte auf der schrägen Plinthe zurückzuführen ist; und zwar ist diese Verschiebung des Plinthen-Festpunktes eine Folge des Wechsels der Localbaubeamten gewesen. Im Jahre 1874 wurde nämlich der in den Ruhestand tretende Hafen-Bauinspector Moek durch den Wasser-Bauinspector Weinreich ersetzt. Dafs fortan ein Plinthen-Festpunkt benutzt wurde, der 12' 4" 10''' und nicht 12' 4" 7''' über dem normalen Pegel-Nullpunkt lag, wird durch eine weiter unten noch wörtlich angeführte amtliche Verhandlung der Bauinspection vom 27. August 1879 nachgewiesen, in welcher ausdrücklich betont wird, dafs in normaler Höhenlage der Pegel-Nullpunkt 12' 4" 10''' = 3,893 m unter dem Plinthen-Festpunkt und 12' = 3,766 m unter der Oberfläche des Pegelkopfes sich befinde. Gerade die Bezugnahme auch auf den unveränderten Höhenunterschied zwischen Pegelnull und Pegelkopf beweist, dafs die Aenderung in dem Höhenunterschied zwischen Pegel-Null und Plinthen-Festpunkt auf eine geringe Verschiebung des letzteren zurückzuführen ist.

Aufser dem zu jener Zeit benutzten alten, nach Fufsmafs eingetheilten Hafenpegel mufs aber um das Jahr 1872, nach Einführung des Metermafses infolge der ministeriellen Anweisung über die Beobachtung und Zusammenstellung der

Wasserstände an den Hauptpegeln (Berlin, den 14. September 1871), ein zweiter, nach Metermafs eingetheilter Pegel aufgestellt sein. Eine amtliche, genaue Einrichtung des Nullpunktes dieses Meterpegels in der richtigen Höhe oder in gleicher Höhe mit dem Nullpunkt des Fufspegels kann jedoch nicht stattgefunden haben, weil andernfalls der damalige Hafen-Bauinspector, Baurath Moek, nicht unterlassen hätte, der Regierung hiervon Mittheilung zu machen oder wenigstens eine bezügliche Niederschrift zu den Acten zu bringen. Diese enthalten aber auch nicht die geringste Andeutung über die Einrichtung eines neuen Meterpegels. Vermuthlich ist dieser Pegel in der Workstätte der Hafenbauverwaltung gefertigt und von einem der am Hafen beschäftigten Zimmerleute, vielleicht unter Zuziehung eines Bauaufsehers, nach Augenmafs angeschlagen. Dafs aber ein Meterpegel damals wirklich angebracht ist, erhellt aus den „Nivellements und Höhenbestimmungen usw. II. Band, Jahr 1873“, in welchen auf Seite 129 und Seite 154 aufser dem alten, nach Fufsmafs eingetheilten noch ein neuer, nach Metermafs eingetheilter Hafenpegel erwähnt wird. Aber auch aus den Bemerkungen der „Nivellements und Höhenbestimmungen usw.“ geht die ungenaue Anbringung und unrichtige Stellung des neuen, zweiten Pegels hervor; denn nach diesen lag der Nullpunkt des neuen Pegels um 0,0123 m höher als der des alten Hafenpegels. Dafs übrigens der neue Pegel um ein dieser Angabe ähnliches Mafs zu hoch befestigt gewesen sein mufs, wird noch weiter unten näher behandelt werden, wenn auch dieser Umstand von geringer Bedeutung ist, da nachgewiesen werden kann, dafs der neue Pegel, so lange er in der unrichtigen Höhenlage sich befand, zu den amtlichen Wasserstandsablesungen nicht benutzt worden ist.

Die Pegelbeobachtung und das Aufschreiben der Wasserstände für die amtlichen Wasserstandslisten erfolgte nach Uebergang des bisher städtischen Hafens in fiscalischen Besitz, d. h. seit dem Jahre 1838, durch den Königlichen Oberlotsen. Die amtlichen Wasserstandslisten enthalten bis zum 30. Juni 1877 die Wasserstandsangaben nur in Fufsmafs, und zwar in Fufsen und ganzen Zollen, vom 1. Juli bis zum 30. April 1889 sowohl in Fufs- als auch in Metermafs und vom 1. Mai 1889 ab, d. h. dem Zeitpunkt, seit welchem die Beobachtungen infolge ministerieller Anordnung allein nach Metermafs verzeichnet werden sollten, nur in Metermafs. In dem Zeitraum der zweifachen Angaben der Wasserstände in den Wasserstandslisten, vom 1. Juli 1877 bis 30. April 1889, ist jedoch nicht etwa die Beobachtung beider Pegel oder nur des neuen, unrichtigen Meterpegels erfolgt, sondern es ist der Wasserstand für die täglichen amtlichen Aufzeichnungen, wie früher, nur an dem alten Fufspegel, dem richtigen Hafenpegel, von dem Oberlotsen beobachtet und das abgelesene Fufsmafs in Metermafs umgewandelt worden. Die falsche Stellung des Meterpegels ist im Jahre 1879, wie weiter unten noch näher erörtert wird, berichtigt worden. Wenn schon der jetzige Oberlotse dieses Umrechnungsverfahren bezüglich der Wasserstandshöhen auch für den zur Zeit der unrichtigen Stellung des Meterpegels im Amt befindlichen Oberlotsen glaubt mit Sicherheit bestätigen zu können, so liefert doch einen vollkommenen Beweis hierfür der Vergleich der Fufs- und Metermafs-Angaben der Wasserstandslisten. Dieselben stimmen nämlich sämtlich für die ganze Zeit vom 1. Juli 1877 bis 30. April 1889, abgesehen von wenigen unwesentlichen Abweichungen in den ersten Monaten der doppelten Aufzeichnung genau überein, so zwar, dafs die Meterangaben stets Fufsen und ganzen Zollen, bezw. den Fufsen und ganzen Zollen der Fufsmafs-Angaben entsprechen. Eine derartige Aufzeichnung der Wasserstände in Metermafs ist undenkbar, wenn dieselben an einem nach Centimetern eingetheilten Pegel — wie das bei dem neuen Meterpegel der Fall war — abgelesen werden.

Im Gegensatz zu dieser Aufzeichnung der Wasserstände in Metermafs enthalten die Wasserstandslisten vom 1. Mai 1889 ab, dem Beginn der Wasserstandsanfzeichnungen nur in Metermafs, die Wasserstandshöhen nach Centimetern in allen möglichen Zusammenstellungen. Während bis dahin nur Aufzeichnungen von

4'	1,26 m
4'1"	1,28 „
4'2"	1,31 „
4'3"	1,33 „
4'4"	1,36 „
4'5"	1,39 „ usw.

sich finden, treten sofort mit der ersten Wasserstandsliste vom 1. Mai 1889 ab auch Höhenangaben ein, von z. B. 1,25 m, 1,29 m, 1,30 m, 1,32 m, 1,34 m usw.

Dafs die Wasserstandsangaben in Metermafs auf den Wasserstandslisten in der Zeit vom 1. Juli 1877 bis zum 30. April 1889 nur auf einer Umrechnung der an dem Fufspegel beobachteten Wasserstände, und zwar mittels einer Umwandlungstabelle, beruhen, geht auch aus einzelnen Wasserstandsangaben in Metermafs hervor, welche den nebenstehenden Fufsmafsangaben der Wasserstandslisten nicht genau entsprechen, aber stets in der gleichen Weise von diesen abweichen. So ist z. B. immer der Wasserstand von 5'3" daneben mit 1,64 m vermerkt, während diesem Fufsmafs die Meterangabe 1,65 m besser entsprechen würde. Eine Umrechnungstabelle für die in Fufsmafs abgelesenen Wasserstände in Metermafs, welche auch diese ungenauen Umwandlungen enthält, befindet sich noch jetzt im Lotsenamt in Kolbergermünde und ist dem jetzigen Oberlotsen bei seiner Einführung in das Amt von seinem Amtsvorgänger zum weiteren Gebrauch übergeben worden.

Wenn übrigens oben gesagt ist, dafs die Meterangaben der Wasserstandslisten für die Zeit der zweifachen Angabe der Wasserstände stets Fufsen und ganzen Zollen bezw. den nebengeschriebenen Fufsen und ganzen Zollen entsprechen, so bildet doch eine Wasserstandsliste, nämlich die für November 1887, hiervon eine Ausnahme, insofern nämlich in dieser an drei Tagen die Wasserstände Fufsmafs mit halben Zollen und dementsprechend daneben in Metermafs mit solchen Werthen notirt sind, die sich auf der nur ganze Zolle berücksichtigenden Umrechnungstafel nicht finden. Die drei Wasserstandsbeobachtungen sind aber von einem Lotsen gemacht und niedergeschrieben worden, der den damals erkrankten Oberlotsen vertrat, und dieser Lotse ist der jetzige Oberlotse, welcher gerade bestimmt versichert, dafs er stets die Ablesungen an dem Fufspegel bewirkt und die Meter-Angaben aus der Umrechnungstabelle entnommen und in jenem Falle durch Umrechnung mittels der Umrechnungstabelle abgeleitet habe.

Somit ist es erwiesen, dafs die Wasserstandsablesungen für die amtlichen Wasserstandslisten des Oberlotsen bis zum 30. April 1889 am Fufspegel bewirkt worden sind, dessen richtige Stellung sowohl früher als auch noch am 16. December 1876 durch die Untersuchung des Wasser-Bauinspectors, jetzigen Bauraths Weinreich nachgewiesen ist. Trotzdem mufs doch allmählich, vielleicht mit der zunehmenden Anwendung des Metermafses anstatt des Fufsmafses seitens der Beamten und Arbeiter der Hafen-Bauverwaltung, vielleicht auch infolge der Neuheit des Meterpegels gegen den älteren Fufspegel, bei den übrigen Beamten des Hafens aufser dem Oberlotsen die Kenntnifs von der Unrichtigkeit des neuen Pegels geschwunden sein, zumal der Hafen-Bauinspector, zu dessen Zeit dieser Pegel befestigt worden war, inzwischen in den Ruhestand sich begeben hatte. Auch erfolgte aufser den von dem Oberlotsen an dem Fufspegel ausgeführten und in den Wasserstandslisten niedergelegten amtlichen Wasserstandsbeobachtungen noch täglich eine Wasserstandsbeobachtung durch den Bauboten der Hafen-Bauinspection zum Bericht an den Hafen-Bauinspector. Diese den Wasserstandslisten nicht einverleibten Beobachtungen wurden, wenn nicht schon früher, jedenfalls im Jahre 1876 an dem neuen Meterpegel vorgenommen. So ist es erklärlich, dafs im Laufe der Zeit der nicht amtlich eingerichtete, zu hoch stehende neue Meterpegel von den Beamten und Arbeitern der Hafen-Bauverwaltung als „der Hafenpegel" angesehen und die vorgeschriebene alljährliche Pegelprüfung seit 1876 an diesem Pegel ausgeführt wurde. Diese Thatsache erhellt aus folgendem Umstand. Während der Höhenuntorschied zwischen Pegelnull und dem von dem Wasser-Bauinspector Weinreich angenommenen und auf mehrere Jahre, bis zur Einführung eines ganz neuen Festpunktes im Jahre 1879, beibehaltenen Plinthen-Festpunkte auf der Jahreszusammenstellung der Wasserstände für 1874 auf 12′4″10‴ — d. h. den normalen Höhenunterschied (= 3,893 m) — und auf derjenigen für 1875 auf 3,89 m angegeben ist, wird derselbe in den Zusammenstellungen für die drei Jahre 1876, 1877 und 1878 auf 3,88 m festgestellt. Die Pegeluntersuchungen der drei letzten Jahre ergeben also eine um 0,013 m zu hohe Lage des Nullpunktes des untersuchten Pegels gegen die Normalhöhe des Pegel-Nullpunktes. Dafs diese drei letzten Untersuchungen aber an dem neuen Meterpegel angestellt sind, geht nicht sowohl aus dem oben erwähnten Vermerk in den „Nivellements und Höhenbestimmungen usw. II. Band, Jahr 1873", nach welchem der Nullpunkt des neuen Meterpegels um 0,0123 m höher als der des alten Fufspegels lag, als auch ganz besonders aus einer schon an anderer Stelle erwähnten, gelegentlich der nothwendigen Versetzung der Pegel aufgenommenen amtlichen Niederschrift, Kolbergermünde den 27. August 1879, hervor, in welcher ausdrücklich festgestellt wurde, dafs der Nullpunkt des von dem bezüglichen königlichen Baubeamten für den eigentlichen Hafenpegel gehaltenen neuen Meterpegels um 0,013 m zu hoch läge, wohingegen von einer unrichtigen Höhenlage des Nullpunktes des nebenbei erwähnten alten Fufspegels (des wirklichen Hafenpegels) in jener Niederschrift nichts bemerkt wird. Letztere lautet wörtlich:

„Verhandelt Kolbergermünde, den 27. August 1879. Der Hafenpegel war bisher an einem Bollwerkspfahl vor dem Hafen-Inspectionshause angebracht, und lag der Nullpunkt desselben bei der letzten Revision am 30. December 1878 = 3,88 m unter dem Fixpunkte an der Plinthe des Inspectionshauses, oder 3,753 m unter dem am Inspectionshause angebrachten Pegelkopfe, während er 12′4″10‴ = 3,893 m unter dem Fixpunkte und 12′ = 3,766 m unter dem Pegelkopfe daselbst liegen sollte. Bei der Erneuerung des Bollwerks vor dem Inspectionshause wurde es nothwendig, den Pegel zu beseitigen. Derselbe wurde deshalb an einem Bollwerkspfahl des neuen Bollwerks angebracht und zwar des bequemeren und genaueren Ablesens wegen an der nördlichen Seite der Bootslandestelle, etwa 20 m stromaufwärts von dem alten Pegel entfernt.

Der Nullpunkt des neu angebrachten, nach Metern getheilten Pegels liegt jetzt 3,893 m unter dem Fixpunkt und 3,766 m unter dem Pegelkopfe an dem Inspectionshause.

An einem Bollwerkspfahl neben dem Meterpegel, 1,25 m davon entfernt, wurde der alte, nach Fufsmafs eingetheilte Pegel angebracht und liegt dessen Nullpunkt in gleicher Höhe wie der des Meterpegels.

Als Fixpunkt für die Controle des Pegels galt bisher die Oberkante der Plinthe am Inspectionshause = + 12′4″10‴ = 3,893 m mit dem daneben fest angebrachten Pegel, dessen Kopf auf 12′ = 3,766 m liegt. Die schräge Oberfläche der Plinthe bietet aber einen sicheren Anhalt als Fixpunkt nicht, usw. gez. Hasenkamp, Bauführer."

Die Richtigkeit der Eintheilung, sowie die normale Höhenlage der Nullpunkte beider Pegel wurde noch von dem den damals dienstlich abwesenden Wasser-Bauinspector vertretenden Landbaumeister Momm unter dem 27. August 1879 bescheinigt. Zur späteren Prüfung der Pegel wurde gleichzeitig ein neuer Festpunkt eingerichtet, nämlich der oberste Punkt eines oben halbkugelförmig abgerundeten, in einen grofsen Mauerklotz senkrecht eingelassenen eisernen Bolzens, südlich der Vorhalle der Hafen-Bauinspection. Die Höhe desselben über Pegel-Null wurde auf 3,354 m von den oben genannten beiden Beamten ermittelt. Seine Höhe gegen N. N. beträgt + 1,747 m. Aufserdem wurde Pegel-Null mit dem Bolzen Nr. 575 der Landesaufnahme an der Nordseite der erwähnten Vorhalle in Beziehung gesetzt. Dieser Bolzen, dessen Höhe gegen N. N. = + 1,844 m beträgt, lag + 3,451 m über Pegel-Null. Als ein dritter Festpunkt gilt der in neuerer Zeit angebrachte Mauerbolzen der Landesaufnahme an der nördlichen Ecke des Rettungsbootsschuppens in Nähe der Pegel. Seine Höhe über N. N. beträgt + 2,044 m und über Pegel-Null + 3,611 m.

Die Normalhöhenunterschiede zwischen Pegel-Null und seinen Festpunkten sind in nebenstehender Tabelle zusammengestellt.

In der Höhenlage der beiden Hafenpegel und ihrer Festpunkte bezw. des seit dem 1. Mai 1889 für die amtlichen Wasserstandsbeobachtungen und -Aufzeichnungen benutzten Meterpegels sind bisher Aenderungen nicht eingetreten. Die Höhenlage des Pegel-Nullpunktes ist bei den amtlichen Prüfungen stets auf ein Mafs ermittelt worden, das zwischen — 1,610 und — 1,603 N. N. schwankt.

Es mag hier noch erwähnt werden, dafs im Jahre 1887 von seiten der Landesvermessung Zweifel an der Richtigkeit

dieser Höhenlage der Pegel-Nullpunkte erhoben wurden. Dieselbe war geneigt, die unrichtige Höhe des Nullpunktes des im Jahre 1872 neben dem Hafenpegel nicht amtlich angebrachten, aber bei den Landesvermessungen im Jahre 1873 mit eingemessenen neuen Meterpegels, der im Jahre 1879 amtlich richtig gestellt wurde, als die normale Höhe des Nullpunktes anzusehen. Jene Zweifel konnten aber vollständig beseitigt werden, da der älteste Pegel-Festpunkt in der Oberfläche des sogen. Pegelkopfes damals noch vorhanden war, bezw. mit Sicherheit ermittelt werden konnte. Das Holz des Pegelkopfes ragte annähernd 30 cm aus dem überpflasterten Erdboden hervor; dieser Theil war zwar fast ganz vermorscht und abgebröckelt, ja sogar in der Mitte bereits durchgebrochen; jedoch wurde das oberhalb der Bruchstelle befindliche Stück des Pegelkopfes noch durch einen in der Hauswand sitzenden verrosteten Spieker in seiner ursprünglichen Lage gehalten, bestand auch aus astigem, festem Holze und zeigte in der Mitte der Oberfläche eine kleine noch glatte, nicht abgebröckelte Fläche. Immerhin wäre es bedenklich gewesen, diesen Punkt ohne weitere Beweise seiner richtigen Höhenlage für den alten Festpunkt anzusehen. Daher wurden mit gröfster Vorsicht die den Pegelkopf umgebenden Steine des Steinpflasters nebst der Erde unter ihnen entfernt und der alte Pegelkopf auf gröfsere Tiefe freigelegt. Derselbe war zwar fast völlig verfault, hatte aber an seiner Vorderseite auf etwa 15 cm Höhe eine festere Schale — wohl die Folge eines früheren Oelfarbeanstrichs —, auf welcher drei scharfe senkrechte und zwischen den beiden rechten, in etwa 3 cm Abstand von einander befindlichen Strichen noch 5 scharfe wagerechte, in 1" weiten Zwischenräumen eingeritzte Striche deutlich wahrnehmbar waren. Der oberste dieser wagerechten Striche war etwas tiefer eingekerbt und reichte bis zu dem linken senkrechten Strich; über ihm war die festere Holzschale abgebröckelt. Durch Aufstellen eines Fufsmafses auf diesen oberen Kerb ergab sich, dafs er der Theilstrich für 11' gewesen sein mufs, und dafs die 12'-Linie in dem höchsten Punkt des von dem alten Pegelkopf noch verbliebenen Holzstückes lag. Die Höhe dieses Punktes, also des ältesten Festpunktes, über dem Nullpunkt, sowohl des Meterals auch des Fufspegels wurde auf 3,765 m ermittelt, während zugleich die Höhe des im Jahre 1879 eingerichteten Bolzen-

Lfd. Nr.	Bezeichnung der Festpunkte	Höhen über Null des Hafenpegels bei normaler Lage (Normalhöhenunterschiede)	Höhen über N. N. im Systeme der Landesaufnahme
1	Senkrechter Bolzen in einem Granitpfeiler in der Ecke zwischen der Vorhalle des Bauinspectionshauses und dem Hause selbst	+ 3,354 1)	+ 1,747
2	Bolzen Nr. 575 der Landesaufnahme an der Nordseite der Vorhalle des Hafenbauinspectionshauses	+ 3,451 2)	+ 1,844 3)
3	Mauerbolzen der Landesaufnahme an der nördlichen Ecke des Rettungsbootsschuppens in der Nähe der Pegel . .	+ 3,611 2)	+ 2,004 3)
4	Nullpunkt des Pegels bei normaler Lage	± 0,000	− 1,607

1) Als amtlich festgesetzter Normalhöhenunterschied der Verhandlung „Kolbergermünde, den 27. August 1879" entnommen.

2) Ermittelt unter Zugrundelegung des unter 1) aufgeführten Normalhöhenunterschiedes.

3) Entnommen den Veröffentlichungen der Landesaufnahme.

Festpunktes auf 3,352 m, des Festpunktes Nr. 575 der Landesvermessung auf 3,451 m und des in den letzten Jahren vor 1879 benutzten Plinthen-Festpunktes auf 3,894 m über Pegel-Null festgestellt und somit die Richtigkeit der Höhenlage des Pegel-Nullpunktes nachgewiesen wurde.

Hinterher wurde auch die Höhe des bei der erstmaligen Einrichtung des Hafenpegels im Jahre 1822 als Unterlage des Pegelkopfes benutzten Steines untersucht, aber erfolglos. Allerdings wurde ein etwas unebener grofser Feldstein mit etwa quadratischer Oberfläche von 30 cm Seite aufgedeckt, welcher in dem dem Pegelkopf zunächst liegenden Punkte annähernd 3' unter der Oberfläche des Pegelkopfes sich befand. Jedoch lag der Stein nicht unter dem alten Pegelkopf, sondern von der Grundmauer des Bauinspectionsgiebels soweit entfernt, dafs auf ihm in seiner derzeitigen Lage niemals der Pegelkopf gestanden haben konnte; denn letzterer hatte sich unmittelbar neben dem Grundmauerwerk befunden, wie auch aus der Niederschrift vom 17. October 1822 und aus dem Umstande hervorgeht, dafs jetzt noch eine alte starke eiserne Kramme von 12 cm Breite 6 cm aus dem Grundmauerwerk hervorragt, welche den Pegelkopf etwa 15 cm über seinem Fufspunkt umschlossen und unmittelbar an dem Mauerwerk gehalten haben mufs. Wenn der Stein, wie aus der Niederschrift von 1822 ersichtlich, bei der Einrichtung des Pegelkopfes als dessen Unterlage gedient hat, so mufs er später, vielleicht bei einer Erneuerung der Pegellatte oder bei der erfolgten Erhöhung des Geländes und der Strafse hinter dem Hafenbohlwerk aus seiner ursprünglichen Lage verrückt worden sein.

Die Wasserstandsbeobachtungen und Berichtigung der unrichtigen Wasserstandsangaben.

Die Wasserstandsbeobachtungen an dem Hafenpegel sind täglich in der Mittagsstunde ausgeführt, und zwar, so lange der Hafen städtisch war, von dem städtischen Lotsencommandeur, nach Abtretung des Hafens an den Fiscus, vom 1. Mai 1838 ab, durch den Königlichen Oberlotsen. Die monatlichen Wasserstandslisten sind anfänglich von dem Magistrat in Kolberg, seit 1838 von der Königl. Hafen-Bauinspection in Kolbergermünde in zwei Ausfertigungen der Königl. Regierung in Köslin, unter Zurückbehaltung einer dritten Ausfertigung eingereicht. Von jenen zwei Ausfertigungen wurde die eine der Königl. Ober-Baudeputation bezw. dem Herrn Minister für Handel usw. eingereicht. Die bei der Regierung in Köslin aufbewahrten Ausfertigungen vom Jahre 1810 bis 30. Juni 1836, sowie die von dem Magistrat in Kolberg zurückbehaltenen dritten Ausfertigungen bis zum 30. April 1838 sind nicht mehr aufzufinden; wahrscheinlich haben sie sich unter alten Acten befunden, welche vor längerer Zeit von der Regierung vernichtet bezw. von der Stadt Kolberg veräufsert wurden. Desgleichen sind die Wasserstandslisten der Hafen-Bauinspection vom 1. Mai 1838 bis zum 30. April 1841 nicht mehr zu ermitteln gewesen. Von den dem Ministerium eingereichten Ausfertigungen sind vorhanden diejenigen vom 1. August 1810 bis 31. December 1813 und vom 1. Januar 1816 bis jetzt, mit Ausschlufs für Juli 1824. Somit fehlen vollständig die Wasserstandsbeobachtungen vom 1. Januar 1814 bis 31. December 1815 und vom Juli 1824; doppelt vorhanden, nämlich in den

Ministerial- und Regierungs-Ausfertigungen, sind die Wasserstandsbeobachtungen vom 1. Juli 1836 bis zum 30. April 1841, dreifach (Ministerial-, Regierungs- und Bauinspections-Ausfertigungen) vom 1. Mai 1841 ab. Aufserdem sind vom 1. Januar 1860 ab noch die werthvollen Originalaufzeichnungen des Lotsenamts in Kolbergermünde aufbewahrt.

In Anbetracht der grofsen Lücke in den Beobachtungen gleich im Anfang derselben erscheint es zweckmäfsig, für die Ermittlung des Mittelwassers der Ostsee bei Kolbergermünde erst die Wasserstandsaufzeichnungen vom 1. Januar 1816 ab zu berücksichtigen. Als Mittelwasser ist daher das arithmethische Mittel aus den täglich in der Mittagsstunde beobachteten Wasserständen vom 1. Januar 1816 ab bis zum 31. December 1896 berechnet worden; und es erübrigt, das Ergebnifs, welches in Wirklichkeit nur das Mittelwasser dieses Zeitraums in der Mittagsstunde bezeichnet, auf Grund späterer Beobachtungen und Untersuchungen von mehrjährigen Aufzeichnungen eines Registrirpegels in den eigentlichen Mittelwasserwerth umzuformen.

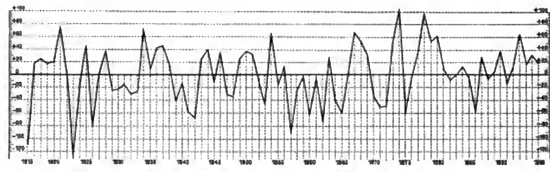


Abb. 2. Abweichungen der jährlichen mittleren Wasserstände vom Mittelwasser des Beobachtungszeitraums von 1816 bis 1896. — 1/4 der natürlichen Gröfse.

Der Berechnung ist jedoch eine genaue Prüfung der Wasserstandslisten vorhergegangen. Die Wasserstandsangaben der nur in einer Ausfertigung vorhandenen, im Ministerium aufbewahrten monatlichen Wasserstandslisten bis zum 30. Juni 1836 waren nicht summirt. Die durch mehrfache Aufrechnung ermittelten Monatssummen mufsten als richtig angenommen werden. Die Angaben der in zwei bezw. drei Ausfertigungen vorhandenen Wasserstandslisten vom 1. Juli 1836 bis 31. December 1845 waren gleichfalls nicht aufgerechnet. Dies ist nachträglich geschehen, nachdem zuvor die einzelnen Tagesangaben der verschiedenen Ausfertigungen verglichen und bei etwaigen Abweichungen die nöthigen Berichtigungen vorgenommen waren. Einen werthvollen Anhalt für die Richtigkeit einer oder der anderen der von einander abweichenden Wasserstandsangaben der verschiedenen Ausfertigungen gewährt die jedem Tageswasserstand beigeschriebene Wassertiefe des Seegatts sowie der Vermerk über die Richtung und Stärke des Windes. Die Segatttiefe nimmt im allgemeinen zu oder ab im Verhältnifs des Wachsens oder Fallens des Wasserstandes. Ist z. B. der Wasserstand an einem Tage mit 3′ 10″ a. P., die Seegatttiefe mit 8′ 2″, ist ferner der Wasserstand des folgenden Tages in einer Ausfertigung mit 4′ 0″, in der zweiten Ausfertigung mit 4′ 6″, die Seegatttiefe in beiden Ausfertigungen mit 8′ 4″, ferner der Wasserstand des dritten Tages mit 4′ 5″, die Seegatttiefe mit 8′ 9″ in beiden Ausfertigungen verzeichnet, so ist die Wasserstandsangabe von 4′ 0″ für den zweiten Tag als die richtige anzusehen. Weiter unten sind diejenigen Wasserstandsangaben zusammengestellt, welche in den verschiedenen Ausfertigungen Abweichungen von einander zeigen, und es sind die als richtig erkannten Wasserstände durch stärkeren Druck kenntlich gemacht.

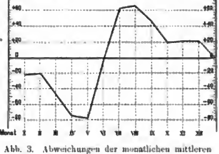


Abb. 3. Abweichungen der monatlichen mittleren Wasserstände vom Mittelwasser des Zeitraums von 1816 bis 1896. 1/4 der natürlichen Gröfse.

Eine Aufrechnung der Monatssummen der täglichen Wasserstände durch den Oberlotsen hat erst in den mit dem 1. Januar 1846 beginnenden Wasserstandslisten stattgefunden. Diese Summen sind in den Wasserstandslisten vom Juli 1854 ab in der Regierung rechnerisch geprüft bezw. auf Grund richtiger Zusammenzählung der Einzelangaben geändert worden. Es ist aber offenbar nicht untersucht worden, ob nicht etwa die ursprüngliche Summe richtig war, dagegen einzelne der eingeschriebenen Tageswasserstände versehentlich unrichtig verzeichnet sind. Dafs letzteres vielfach der Fall ist, hat sich nunmehr aus der Vergleichung der verschiedenen Ausfertigungen unter einander und für die Zeit vom 1. Januar 1860 ab noch mit dem Tagebuch des Lotsenamtes herausgestellt. Ohne Rücksicht auf die frühere Addition und die rechnerischen Prüfungsvermerke sind daher die Wasserstandsangaben der sämtlichen Monate vom Januar 1846 ab bis zum December 1896 wiederholt aufgerechnet, und die gegen die ursprünglichen Summen des Lotsenamtes sich ergebenden Abweichungen sind durch Vergleichung der verschiedenen Ausfertigungen aufgeklärt worden. Auch hat noch eine Vergleichung der Monatssummen der einzelnen Ausfertigungen stattgefunden. Bei der hierunter folgenden Zusammenstellung sind auch die falschen, zum Theil der ehemaligen Berechnung des Mittelwassers zu Grunde gelegten Summirungen der an sich richtigen Einzelangaben und daneben die nun-

mehr richtig gestellten Monatssummen, ferner die früher nur rechnerisch berichtigten Summen der falsche Einzelangaben enthaltenden Monatslisten und daneben die nach Mafsgabe der berichtigten Tageswasserstände sich ergebenden Monatssummen enthalten.

Wasserstandsliste für Juni 1840 (Ministerial- und Regierungs-Ausfertigung) der Wasserstand des 5. Juni auf 8' 2" angegeben. Er mufs aber 5' 2" gewesen sein; denn der Wasserstand betrug bei derselben Windrichtung am 4. Juni 1840 4' 10" und am 6. Juni 5' 2", auch ist für die Seegatttiefe an den drei Tagen

Tag	Monat	Jahr	Wasserstands-Aufzeichnungen				Falsche Monatssumme	Nur rechnerisch berichtigte Monatssumme der falsche Einzelangaben enthaltenden Wasserstandslisten	Richtige Monatssumme	Bemerkungen.
			Ministerial-Acten	Regierungs-Acten	Bauinspections-, bezw. Magistrats-Acten	Tagebuch des Lotsenamts				
22.	August	1837	4' 0"	4' 6"	—	—	—	—	—	Unter Berücksichtigung der Seegatttiefe.
8.	Juni	1838	4' 10"	4' 11"	—	—	—	—	—	Desgl.
20.	Juli	1841	4' 9"	4' 9"	5' 9"	—	—	—	—	"
1.	October	1841	3' 8"	3' 8"	3' 6"	—	—	—	—	"
2.	"	"	4' 1"	4' 1"	4' 9"	—	—	—	—	"
5.	"	"	5' 0"	5' 0"	5' 6"	—	—	—	—	"
24.	"	"	4' 8"	4' 8"	4' 6"	—	—	—	—	"
24.	December	1841	4' 8"	4' 5"	4' 8"	—	—	—	—	"
13.	October	1842	5' 2"	5' 2"	5' 9"	—	—	—	—	
16.	December	1842	4' 4"	4' 11"	4' 4"	—	—	—	—	
15.	Februar	1843	5' 5"	5' 9"	5' 5"	—	—	—	—	
24.	August	1843	4' 4"	4' 5"	4' 5"	—	—	—	—	
22.	September	1843	4' 2"	4' 2"	5' 2"	—	—	—	—	Desgl., sowie des starken Nordwestwindes.
7.	August	1844	5' 9"	5' 9"	5' 4"	—	—	—	—	Desgl., sowie der herrschenden Winde, sowie der vom Oberlotsen selbst für den 9. in der Regierungs-Ausfertigung vorgenommenen Umänderung der Zahl 5' 2" in 6' 2".
9.	"	"	6' 2"	6' 2"	5' 2"	—	—	—	—	
16.	"	"	5' 4"	5' 4"	5' 5"	—	—	—	—	
17.	"	"	4' 11"	4' 11"	5' 4"	—	—	—	—	
	Juli	1850	—	—	—	—	162' 6"	—	162' 8"	
	"	1854	—	—	—	—	150' 5"	—	150' 7"	
	Juni	1860	—	—	—	—	139' 9"	—	139' 11"	
	Januar	1861	—	—	—	—	138' 10"	—	138' 11"	
	Mai	1862	—	—	—	—	139' 10"	—	139' 9"	
	September	1862	—	—	—	—	135' 5"	—	138' 5"	
	April	1863	—	—	—	—	140' 1"	—	141' 9"	
	October	1863	—	—	—	—	148' 7"	—	148' 9"	
	März	1866	—	—	—	—	127' 4"	—	138' 4"	
	Mai	1870	—	—	—	—	151' 5"	—	151' 10"	
	Juni	1870	—	—	—	—	150' 8"	—	150' 4"	
	November	1870	—	—	—	—	144' 5"	—	144' 7"	
	"	1871	—	—	—	—	138' 0"	—	141' 0"	
	"	1887	—	—	—	—	151' 2/6"	—	151' 1/2"	
17.	November	1848	5' 5"	5' 0"	5' 5"	—	—	154' 9"	155' 2"	Unter Berücksichtigung der Seegatttiefe.
24.	Mai	1861	—	4' 10"	4' 10"	4' 9"	—	159' 5"	159' 4"	Desgl. Im Tagebuch des Lotsenamtes waren die Summen richtig berechnet.
28.	Juli	1863	—	5' 6"	5' 6"	5' 4"	—	161' 11"	161' 9"	
7.	August	1864	—	7' 3"	5' 3"	5' 3"	—	180' 3"	178' 3"	
29.	October	1864	—	5' 5"	5' 5"	5' 3"	—	160' 0"	159' 10"	
24.	Januar	1865	—	5' 3"	5' 3"	5' 0"	—	152' 2"	151' 11"	
4.	October	1865	—	4' 5"	4' 0"	4' 0"	—	138' 2"	137' 4"	Unter Berücksichtigung der Seegatttiefe. Die Summe war auch hier überall falsch auf 138' 2" angegeben worden.
13.	"	"	—	4' 5"	4' 0"	4' 0"	—	138' 2"	137' 4"	
14.	Januar	1867	—	6' 4"	6' 4"	4' 6"	—	156' 5"	154' 7"	Die Summen waren im Tagebuche des Lotsenamts richtig berechnet.
23.	April	1868	—	4' 7"	4' 2"	4' 2"	—	146' 3"	145' 10"	
1.	Mai	1870	—	4' 1"	4' 1"	4' 6"	—	151' 5"	151' 10"	Unter Berücksichtigung der Seegatttiefe. Die Summe war vom Lotsenamt auf 151' 11" angegeben worden.
27.	Juni	1870	—	5' 4"	5' 4"	5' 5"	—	150' 8"	150' 4"	Desgl., die Summe war vom Lotsenamt richtig angegeben worden.
28.	"	"	—	5' 3"	5' 3"	5' 2"	—	150' 8"	150' 4"	
30.	"	"	—	5' 6"	5' 6"	5' 2"	—	150' 8"	150' 4"	
24.	December	1882	—	3' 4" 1.41 m	4' 6" 1.41 m	4' 6" 1.41 m	—	—	125' 4"	Desgl., die Summen waren in allen Ausfertigungen richtig angegeben.
3.	September	1883	—	5' 8"	5' 3"	5' 8"	—	—	153' 10"	
6.	"	1884	—	5' 0"	5' 7"	5' 0"	—	137' 11"	137' 4"	Desgl., die Summe war im Bauinspectionsexemplar falsch auf 137' 11" geändert.

Ferner ist zu erwähnen, dafs für den 3. December 1880 der Wasserstand in der Regierungs- und Bauinspections-Ausfertigung sowie im Tagebuch des Oberlotsen auf 6' 9" und daneben auf 2,19 m angegeben ist. Da aber die Ablesungen an dem Fufspegel erfolgt sind, so ist das Fufsmafs als richtig anzusehen, und es kann nur angenommen werden, dafs versehentlich bei Uebertragung dieses Mafses in Metermafs mit Hülfe der Umwandlungstabelle 2,19 m statt 2,12 m eingesetzt ist. Endlich war in den vorhandenen zwei Ausfertigungen der annähernd das gleiche Mafs angegeben, und endlich weisen die gleichzeitigen Rügenwaldemünder und Stolpmünder Wasserstandsbeobachtungen einen annähernd gleichen Wasserstand während dieser drei Tage nach. Es ist daher der Wasserstand am 5. Juni 1841 auf 5' 2" angenommen worden.

Die nach Ausführung dieser Berichtigungen sich ergebenden Monatssummen der täglichen, in der Mittagsstunde beobachteten Wasserstände sind in Metermafs hierunter zusammengestellt.

Jahre	Januar		Februar		März		April		Mai		Juni		Juli		August		September		October		November		December		Jahre
	p	W	p	W	p	W	p	W	p	W	p	W	p	W	p	W	p	W	p	W	p	W	p	W	
1816	31	44,488	29	39,310	31	40,984	30	40,042	31	43,181	30	45,195	31	42,789	31	49,380	30	44,175	31	45,038	30	40,644	31	44,253	1816
1817	31	46,842	28	49,092	31	51,263	30	47,209	31	48,124	30	46,476	31	46,685	31	50,033	30	40,774	31	46,738	30	43,808	31	47,078	1817
1818	31	46,790	28	44,096	31	53,878	30	49,196	31	44,410	30	45,116	31	52,125	31	50,765	30	47,078	31	44,175	30	42,579	31	46,659	1818
1819	31	48,778	28	40,461	31	48,830	30	48,961	31	46,816	30	48,725	31	50,212	31	47,261	30	45,901	31	49,249	30	44,541	31	44,515	1819
1820	31	45,300	29	43,260	31	45,457	30	47,993	31	48,019	30	46,790	31	52,073	31	52,492	30	47,862	31	47,470	30	43,651	31	46,372	1820
1821	31	45,587	28	46,502	31	45,848	30	43,939	31	46,712	30	47,470	31	50,896	31	52,387	30	50,190	31	50,399	30	50,164	31	54,846	1821
1822	31	54,558	28	46,869	31	57,199	30	50,844	31	39,519	30	45,038	31	49,039	31	44,253	30	48,019	31	42,213	30	38,813	31	40,251	1822
1823	31	33,111	28	34,367	31	41,114	30	41,428	31	47,235	30	40,330	31	47,862	31	43,311	30	46,293	31	42,213	30	44,567	31	49,902	1823
1824	31	47,548	29	44,096	31	41,847	30	38,604	31	45,901	30	42,213	31	48,89[illegible]	31	49,275	30	42,213	31	45,195	30	52,413	31	55,709	1824
1825	31	60,103	28	49,432	31	37,976	30	45,979	31	44,776	30	46,372	31	50,216	31	49,118	30	46,607	31	46,450	30	51,158	31	46,058	1825
1826	31	40,644	28	36,250	31	42,056	30	47,392	31	46,738	30	44,881	31	45,613	31	47,862	30	46,372	31	45,744	30	43,076	31	42,056	1826
1827	31	52,570	28	39,231	31	50,059	30	43,782	31	42,448	30	43,076	31	50,452	31	51,001	30	44,018	31	43,311	30	48,961	31	48,647	1827
1828	31	45,065	29	40,801	31	46,921	30	43,782	31	47,627	30	47,548	31	49,902	31	51,861	30	46,607	31	52,021	31	45,351	31	55,081	1828
1829	31	41,899	28	39,676	31	42,448	30	41,271	31	45,665	30	44,331	31	48,647	31	49,589	30	46,764	31	52,962	30	51,550	31	43,625	1829
1830	31	39,388	28	36,407	31	47,078	30	47,235	31	43,782	30	45,665	31	48,176	31	49,196	30	47,313	31	50,530	30	48,804	31	46,136	1830
1831	31	47,705	28	41,742	31	45,351	30	41,271	31	47,078	30	46,842	31	46,450	31	46,372	30	45,038	31	45,508	30	49,432	31	49,275	1831
1832	31	45,822	29	42,370	31	39,624	30	41,742	31	47,627	30	43,861	31	51,942	31	48,176	30	49,589	31	48,804	30	43,243	31	45,508	1832
1833	31	45,351	28	42,527	31	41,742	30	41,114	31	44,410	30	46,372	31	48,412	31	50,059	30	45,744	31	41,585	30	47,078	31	53,826	1833
1834	31	51,707	28	41,978	31	53,590	30	48,568	31	47,235	30	47,235	31	46,685	31	45,195	30	47,392	31	50,530	30	50,216	31	53,276	1834
1835	31	49,353	28	46,685	31	49,118	30	46,528	31	46,685	30	44,096	31	48,019	31	50,687	30	39,545	31	46,293	30	42,448	31	51,681	1835
1836	31	47,234	29	47,705	31	46,921	30	45,351	31	46,921	30	45,273	31	50,246	31	50,765	30	47,627	31	49,039	30	46,058	31	51,393	1836
1837	31	48,019	28	39,781	31	49,039	30	44,567	31	48,882	30	46,842	31	49,353	31	49,353	30	49,196	31	49,667	30	49,196	31	50,373	1837
1838	31	44,096	28	39,074	31	45,979	30	47,548	31	44,096	30	44,724	31	49,432	31	55,186	30	48,961	31	47,705	30	47,888	31	49,170	1838
1839	31	56,961	28	47,313	31	43,651	30	40,251	31	44,148	30	46,398	31	49,249	31	50,556	30	46,293	31	43,808	30	37,244	31	36,825	1839
1840	31	47,407	29	44,044	31	44,619	30	39,676	31	43,103	30	47,418	31	50,007	31	48,595	30	45,691	31	53,407	30	45,744	31	44,619	1840
1841	31	42,658	28	35,727	31	43,547	30	42,056	31	43,861	30	48,281	31	48,595	31	48,647	30	42,710	31	47,235	30	45,195	31	48,045	1841
1842	31	39,048	28	35,073	31	45,848	30	44,567	31	41,925	30	45,587	31	51,367	31	45,531	30	41,611	31	46,136	30	48,045	31	47,993	1842
1843	31	52,832	28	46,110	31	43,337	30	41,978	31	37,061	30	43,442	31	49,615	31	47,052	30	48,464	31	52,570	30	46,633	31	57,330	1843
1844	31	54,322	29	40,712	31	45,587	30	42,030	31	46,842	30	47,156	31	55,369	31	52,962	30	47,470	31	52,178	30	44,724	31	28,577	1844
1845	31	41,664	28	41,768	31	45,443	30	44,619	31	43,965	30	42,736	31	46,607	31	45,901	30	48,359	31	53,093	30	46,502	31	52,649	1845
1846	31	52,619	28	49,484	31	51,890	30	44,018	31	45,560	30	49,013	31	51,811	31	47,261	30	45,534	31	44,645	30	40,958	31	47,784	1846
1847	31	40,227	28	44,645	31	46,267	30	44,175	31	43,311	30	45,404	31	48,647	31	45,534	30	49,118	31	46,921	30	46,633	31	45,613	1847
1848	31	33,713	29	37,714	31	42,946	30	41,951	31	44,750	30	43,909	31	49,928	31	52,622	30	53,281	31	44,619	30	48,699	31	52,078	1848
1849	31	46,319	28	51,132	31	55,055	30	39,362	31	39,885	30	48,412	31	51,942	31	51,027	30	46,136	31	46,476	30	49,094	31	41,350	1849
1850	31	38,551	28	45,508	31	56,179	30	41,428	31	45,116	30	45,560	31	51,053	31	45,717	30	48,385	31	48,801	30	52,335	31	52,413	1850
1851	31	47,601	28	41,791	31	46,215	30	42,108	31	45,169	30	50,739	31	51,550	31	48,412	30	48,385	31	47,731	30	49,223	31	50,687	1851
1852	31	51,367	29	46,528	31	47,366	30	43,704	31	42,736	30	43,337	31	46,031	31	45,327	30	45,038	31	50,347	30	43,517	31	48,804	1852
1853	31	50,949	28	40,853	31	40,487	30	41,821	31	43,547	30	41,428	31	48,856	31	51,184	30	45,979	31	49,353	30	45,064	31	41,350	1853
1854	31	39,545	28	47,444	31	51,289	30	48,255	31	46,502	30	44,436	31	47,261	31	47,156	30	53,931	31	52,021	30	51,027	31	53,067	1854
1855	31	57,121	28	38,028	31	43,181	30	43,103	31	45,012	30	41,716	31	45,351	31	49,877	30	48,856	31	50,138	30	43,625	31	45,613	1855
1856	31	46,633	29	46,842	31	46,947	30	41,925	31	45,534	30	45,587	31	50,870	31	49,249	30	46,685	31	45,351	30	47,575	31	50,844	1856
1857	31	48,228	28	36,067	31	44,488	30	37,322	31	39,728	30	42,056	31	48,099	31	47,967	30	43,155	31	46,476	30	39,011	31	49,667	1857
1858	31	49,641	28	40,461	31	44,227	30	48,015	31	45,901	30	42,579	31	46,842	31	46,450	30	44,384	31	49,144	30	47,444	31	43,207	1858
1859	31	47,652	28	43,834	31	53,224	30	50,556	31	43,337	30	41,716	31	48,987	31	48,856	30	45,027	31	45,457	30	45,143	31	42,501	1859
1860	31	44,175	29	43,913	31	41,350	30	41,193	31	42,815	30	43,913	31	49,223	31	47,340	30	48,359	31	48,595	30	43,390	31	41,927	1860
1861	31	43,599	28	40,984	31	47,654	30	43,364	31	50,007	30	43,730	31	46,372	31	52,649	30	51,655	31	43,520	30	42,265	31	49,772	1861
1862	31	47,209	28	41,376	31	41,114	30	40,722	31	43,861	30	46,947	31	51,472	31	50,295	30	43,442	31	45,116	30	42,108	31	37,557	1862
1863	31	44,593	28	49,039	31	46,215	30	44,488	31	45,874	30	43,939	31	50,765	31	50,582	30	47,941	31	46,685	30	46,581	31	52,151	1863
1864	31	43,991	29	41,899	31	43,233	30	44,645	31	43,233	30	45,744	31	49,353	31	55,044	30	48,150	31	50,164	30	42,030	31	36,433	1864
1865	31	47,680	28	37,008	31	41,166	30	38,551	31	42,867	30	48,359	31	47,313	31	49,275	30	48,150	31	43,103	30	47,221	31	47,026	1865
1866	31	49,772	28	50,472	31	43,416	30	38,604	31	45,378	30	43,442	31	49,928	31	49,691	30	45,483	31	41,742	30	49,353	31	52,073	1866
1867	31	48,516	28	42,579	31	44,014	30	47,052	31	41,907	30	45,247	31	50,896	31	49,745	30	46,345	31	49,484	30	56,650	31	56,598	1867
1868	31	44,122	29	54,296	31	51,106	30	45,770	31	48,202	30	48,882	31	48,752	31	45,351	30	49,249	31	46,084	30	50,371	31	46,031	1868
1869	31	41,821	28	45,116	31	46,450	30	39,519	31	44,541	30	47,967	31	49,928	31	50,111	30	49,981	31	51,341	30	54,950	31	47,078	1869
1870	31	44,515	28	33,085	31	42,998	30	40,906	31	47,654	30	47,183	31	51,263	31	47,261	30	49,641	31	49,039	30	45,378	31	46,842	1870
1871	31	40,408	28	32,065	31	45,404	30	47,470	31	46,084	30	45,717	31	46,816	31	51,236	30	48,124	31	44,541	30	44,253	31	46,947	1871
1872	31	45,665	29	34,471	31	40,932	30	44,410	31	47,090	30	44,907	31	47,366	31	48,725	30	47,340	31	48,071	30	46,633	31	47,313	1872
1873	31	49,223	28	39,127	31	42,605	30	40,330	31	47,941	30	47,235	31	50,268	31	50,609	30	47,914	31	51,341	30	50,321	31	59,004	1873
1874	31	55,814	28	50,922	31	46,842	30	47,705	31	45,457	30	47,575	31	48,935	31	52,151	30	49,641	31	49,039	30	51,603	31	49,118	1874
1875	31	44,096	28	40,225	31	39,702	30	44,148	31	46,790	30	46,712	31	46,764	31	46,869	30	47,130	31	47,470	30	41,951	31	43,808	1875
1876	31	44,541	29	42,972	31	49,275	30	43,834	31	44,488	30	46,869	31	51,263	31	49,401	30	50,792	31	48,490	30	44,384	31	41,376	1876
1877	31	41,064	28	44,515	31	47,757	30	43,520	31	43,730	30	44,227	31	51,681	31	52,387	30	51,393	31	50,949	30	50,739	31	47,836	1877
1878	31	50,138	28	46,345	31	55,630	30	44,227	31	43,599	30	51,210	31	54,113	31	48,542	30	50,399	31	51,811	30	47,757	31	49,510	1878
1879	31	48,350	28	41,474	31	46,685	30	43,024	31	41,907	30	46,528	31	53,355	31	49,510	30	48,673	31	53,250	30	53,852	31	47,261	1879
1880	31	53,721	29	40,670	31	48,674	30	41,716	31	46,372	30	45,326	31	48,281	31	49,327	30	44,148	31	52,910	30	51,210	31	59,580	1880
1881	31	52,727	28	41,899	31	42,789	30	44,096	31	44,835	30	47,601	31	50,478	31	53,957	30	48,350	31	45,221	30	43,625	31	45,848	1881
1882	31	52,021	28	46,704	31	54,008	30	42,972	31	46,110	30	47,366	31	47,441	31	52,021	30	47,104	31	37,244	30	42,448	31	39,336	1882
1883	31	40,722	28	36,250	31	44,933	30	41,821	31	44,593	30	46,476	31	48,935	31	51,524	30	48,281	31	48,778	30	49,092	31	56,258	1883
1884	31	53,015	29	50,609	31	40,539	30	38,656	31	45,090	30	47,601	31	47,993	31	47,601	30	43,103	31	49,484	30	49,877	31	50,792	1884
1885	31	42,318	28	37,767	31	48,387	30	41,507	31	42,972	30	47,680	31	49,353	31	49,928	30	49,589	31	51,079	30	44,410	31	50,792	1885
1886	31	51,289	28	35,360	31	35,988	30	40,513	31	43,286	30	43,939	31	51,811	31	51,132	30	47,705	31	44,567	30	41,010	31	49,824	1886
1887	31	40,591	28	39,441	31	47,209	30	44,698	31	46,084	30	47,497	31	49,494	31	52,178	30	48,987	31	50,975	30	47,405	31	53,250	1887
1888	31	46,099	29	44,070	31	43,181	30	41,742	31	46,816	30	44,070	31	48,961	31	49,589	30	44,835	31	51,027	30	43,808	31	51,864	1888
1889	31	45,796	28	49,432	31	45,901	30	44,959	31	40,450	30	43,790	31	49,920	31	52,780	30	49,060	31	48,160	30	45,100	31	44,410	1889
1890	31	49,260	28	42,380	31	43,680	30	45,140	31	44,320	30	48,860	31	50,720	31	49,670	30	47,910	31	55,740	30	50,390	31	43,790	1890
1891	31	44,960	28	41,760	31	48,600	30	41,730	31	44,160	30	43,590	31	47,560	31	50,510	30	48,540	31	48,460	30	44,130	31	48,850	1891
1892	31	49,590	29	47,810	31	40,750	30	43,880	31	47,500	30	46,470	31	51,490	31	50,350	30	48,160	31	46,240	30	40,280	31	51,370	1892
1893	31	46,040	28	41,860	31	49,440	30	45,780	31	44,800	30	46,220	31	47,500	31	50,950	30	52,440	31	54,040	30	52,690	31	49,960	1893
1894	31	44,200	28	50,770	31	49,880	30	40,740	31	44,140	30	45,330	31	47,700	31	50,480	30	50,160	31	40,370	30	45,550	31	48,560	1894
1895	31	49,830	28	40,950	31	45,260	30	46,390	31	43,420	30	43,180	31	49,650	31	49,720	30	51,960	31	52,180	30	48,230	31	48,590	1895
1896	31	46,480	29	48,760	31	48,080	30	44,080	31	48,330	30	46,600	31	51,750	31	49,840	30	44,840	31	46,390	30	47,240	31	43,180	1896

Summirt man in der nebenstehenden Zusammenstellung die Tage und Wasserstands-Beobachtungen der einzelnen Monate, so erhält man

Januar		Februar		März		April		Mai		Juni	
p	W	p	W	p	W	p	W	p	W	p	W
2511	3786,598	2289	3467,188	2511	3727,079	2430	3531,197	2511	3641,603	2430	3699,340
Monatsmittel:											
1,508		1,515		1,484		1,453		1,450		1,522	

Juli		August		September		October		November		December	
p	W	p	W	p	W	p	W	p	W	p	W
2511	3997,821	2511	4000,220	2430	3833,713	2511	3887,449	2430	3766,881	2511	3888,614
Monatsmittel:											
1,592		1,597		1,578		1,548		1,550		1,549	

In die vorstehende Zusammenstellung der Monatssummen der täglichen Wasserstände ist diejenige des Monats Juli 1824 mit 48,890 eingesetzt, obwohl, wie oben erwähnt, für diesen Monat die Wasserstandsaufzeichnungen nicht mehr vorhanden sind. Der Werth von 48,890 ist im Anhalt an das Verfahren ermittelt worden, welches von Prof. Seibt für die Berechnung des Mittelwassers der Ostsee bei Swinemünde, 2. Abtheilung, zur Ermittlung von Näherungswerthen als Ersatz der fehlenden Beobachtungswerthe einzelner Zeitabschnitte eingeschlagen ist. Es sind für alle Beobachtungsjahre von 1816 bis 1823 und 1825 bis 1896 diejenigen Mittel W_1, die sich für die Monate Januar/Juni und August/December ergeben, bestimmt und die Unterschiede zwischen den Jahresmitteln W der einzelnen Jahre und jenen Mitteln berechnet und hierunter zusammengestellt. Das arithmetische Mittel der 80 Abweichungen

Tabelle I.

Jahre	$W - W_1$ mm	Jahre	$W - W_1$ mm	Jahre	$W - W_1$ mm
1816	− 3,9	1844	+ 20,1	1872	+ 4,7
1817	− 3,2	1845	− 1,1	1873	+ 4,2
1818	+ 11,9	1846	+ 9,7	1874	− 4,3
1819	+ 7,0	1847	+ 6,4	1875	+ 4,2
1820	+ 11,7	1848	+ 11,2	1876	+ 11,6
1821	+ 4,1	1849	+ 11,5	1877	+ 10,0
1822	+ 5,3	1850	+ 8,1	1878	+ 10,7
1823	+ 13,1	1851	+ 9,9	1879	+ 12,6
1824	......	1852	− 2,5	1880	− 3,0
1825	+ 4,1	1853	+ 8,9	1881	+ 8,1
1826	+ 1,7	1854	− 6,8	1882	+ 0,9
1827	+ 9,7	1855	− 4,8	1883	+ 4,9
1828	+ 4,0	1856	+ 9,1	1884	+ 0,6
1829	+ 6,7	1857	+ 12,6	1885	+ 6,8
1830	+ 4,4	1858	+ 0,6	1886	+ 19,1
1831	− 0,8	1859	+ 5,2	1887	+ 4,2
1832	+ 16,3	1860	+ 11,4	1888	+ 5,5
1833	+ 5,6	1861	− 2,5	1889	+ 7,5
1834	− 8,6	1862	+ 18,6	1890	+ 6,7
1835	+ 0,7	1863	+ 7,8	1891	+ 1,8
1836	+ 4,9	1864	+ 10,0	1892	+ 11,4
1837	+ 1,4	1865	+ 5,7	1893	− 5,5
1838	+ 4,8	1866	+ 6,8	1894	− 0,3
1839	+ 9,6	1867	+ 4,7	1895	+ 4,0
1840	+ 9,3	1868	− 0,5	1896	+ 11,2
1841	+ 9,0	1869	+ 4,5	Summe	+ 472,1
1842	+ 18,8	1870	+ 14,4		
1843	+ 4,7	1871	+ 3,2	Mittel	+ 5,9

$W - W_1$ entspricht dann der Verbesserung, welche den aus den Monaten Januar/Juni und August/December des Jahres 1824 abgeleiteten mittleren Wasserstand W_1 hinzuzurechnen ist, um diesen als Näherungswerth für den mittleren Wasserstand des vollen Jahres 1824 einzuführen.

Tabelle II.

Nr.	Jahre	Anzahl der Tage (p)	W	$\frac{W}{p}$	Nr.	Jahre	Anzahl der Tage (p)	W	$\frac{W}{p}$
1	1816	366	519,479	1,419	42	1857	365	523,764	1,435
2	1817	365	564,122	1,546	43	1858	365	548,325	1,502
3	1818	365	566,867	1,553	44	1859	365	556,590	1,525
4	1819	365	564,280	1,546	45	1860	366	536,191	1,465
5	1820	366	566,739	1,548	46	1861	365	555,570	1,522
6	1821	365	584,942	1,603	47	1862	365	531,219	1,455
7	1822	365	556,615	1,525	48	1863	365	568,853	1,559
8	1823	365	511,733	1,402	49	1864	366	544,819	1,489
9	1824	366	553,904	1,513	50	1865	365	535,719	1,468
10	1825	365	574,245	1,573	51	1866	365	559,337	1,532
11	1826	365	528,684	1,448	52	1867	365	582,063	1,595
12	1827	365	557,556	1,528	53	1868	366	578,218	1,580
13	1828	366	573,170	1,566	54	1869	365	568,803	1,558
14	1829	365	548,427	1,503	55	1870	365	545,765	1,495
15	1830	365	549,710	1,506	56	1871	365	539,065	1,477
16	1831	365	552,064	1,513	57	1872	366	540,923	1,478
17	1832	366	548,298	1,498	58	1873	365	575,918	1,578
18	1833	365	548,220	1,502	59	1874	365	594,802	1,630
19	1834	365	583,607	1,599	60	1875	365	535,665	1,468
20	1835	365	561,138	1,537	61	1876	366	557,585	1,523
21	1836	366	574,504	1,570	62	1877	365	570,398	1,563
22	1837	365	574,268	1,573	63	1878	365	593,281	1,625
23	1838	365	563,859	1,545	64	1879	365	576,858	1,580
24	1839	365	542,700	1,487	65	1880	366	581,934	1,590
25	1840	366	554,420	1,515	66	1881	365	561,455	1,538
26	1841	365	536,557	1,470	67	1882	365	554,838	1,520
27	1842	365	532,734	1,460	68	1883	365	557,663	1,528
28	1843	365	566,424	1,552	69	1884	366	564,360	1,542
29	1844	366	573,929	1,568	70	1885	365	555,780	1,523
30	1845	365	553,306	1,516	71	1886	365	536,424	1,470
31	1846	365	570,607	1,563	72	1887	365	568,009	1,556
32	1847	365	546,493	1,497	73	1888	366	556,982	1,522
33	1848	366	546,335	1,493	74	1889	365	559,758	1,534
34	1849	365	566,790	1,553	75	1890	365	571,860	1,567
35	1850	365	571,049	1,565	76	1891	365	552,960	1,515
36	1851	365	569,614	1,561	77	1892	366	563,890	1,541
37	1852	366	554,732	1,516	78	1893	365	581,720	1,594
38	1853	365	540,871	1,482	79	1894	365	563,820	1,545
39	1854	365	581,934	1,594	80	1895	365	569,360	1,560
40	1855	365	551,621	1,511	81	1896	366	565,570	1,545
41	1856	366	564,042	1,541		Summe	29586	45236,703	

Der aus der unvollständigen Beobachtung für das Jahr 1824 abgeleitete Wasserstand von $\frac{505{,}014}{335} = 1{,}5075$ m ist nach Verbesserung um $+ 0{,}0059$ mit dem Werthe $= 1{,}5134$ m einzusetzen. Die Jahressumme ergiebt sich dann auf $366 \cdot 1{,}5134 = 553{,}904$ m und der Näherungswerth für Juli 1824 auf $553{,}904 - 505{,}014 = 48{,}890$ m. Dieser Werth ist in die Tabelle I der Monatssummen der täglichen Wasserstände eingesetzt worden.

Das Mittelwasser der Ostsee bei Kolbergermünde für den Beobachtungsabschnitt 1816 bis 1896.

Addirt man in der Tabelle der Monatssummen der täglichen Wasserstände die Monatssummen eines jeden Jahres und dividirt sie durch die Anzahl der Tage des Jahres, so erhält man die mittleren Wasserstände der einzelnen Jahre. (Sieh Tabelle II auf vorstehender Seite.)

Hieraus ergiebt sich der Werth für das Mittelwasser der Ostsee bei Kolbergermünde, abgeleitet aus dem 81 jährigen Beobachtungsabschnitt von 1816 bis 1896, auf $\frac{45\,236{,}703}{29\,586}$ $=$ **1,5290 m** über dem Nullpunkt des ideellen Normalpegels. Wird dieser Werth mit den oben, in dem Abschnitt „Die Hafenpegel und ihre Festpunkte" zur Mittheilung gekommenen Normalhöhenunterschieden in Verbindung gebracht, so ergiebt sich die folgende Zusammenstellung.

Das Mittelwasser der Ostsee bei Kolbergermünde, abgeleitet aus dem 81 jährigen Beobachtungsabschnitt 1816 bis 1896, liegt

1,825 m unter dem senkrechten Bolzen in einem Granitpfeiler in der Ecke zwischen der Vorhalle des Hafenbauinspectionsgebäudes und diesem selbst.

1,922 „ „ dem Bolzen Nr. 575 der Landesaufnahme an der Nordseite der Vorhalle des Hafenbauinspectionshauses.

2,082 „ „ dem Mauerbolzen der Landesaufnahme an der nördlichen Ecke des Rettungsbootsschuppens in der Nähe der Pegel.

1,529 „ über dem Nullpunkte des ideellen Normalpegels für Kolbergermünde.

0,078 „ unter N.N. im System der Landesaufnahme.

In den Text-Abb. 2 u. 3 (Seite 103) sind die Abweichungen sowohl der jährlichen als auch der monatlichen mittleren Wasserstände von dem Mittelwasser für den betrachteten 81 jährigen Zeitraum zeichnerisch dargestellt; leider haben hierfür wegen Raummangels die Mafsstäbe, welche Prof. Dr. Seibt den gleichartigen Darstellungen in seinen Veröffentlichungen „Das Mittelwasser der Ostsee bei Swinemünde" und „Das Mittelwasser der Ostsee bei Travemünde" zu Grunde gelegt hat, nicht beibehalten werden können, worauf bei Vergleichung der dort für Swinemünde und Travemünde und hier für Kolbergermünde erzielten Ergebnisse zu achten ist.

Danzig, im Mai 1897. Anderson, Reg.- und Baurath.

Berechnung der Durchbiegung und der Nebenspannungen der Fachwerkträger.

Vom Baurath Adolf Francke.

Vielfach bereits wurden Formeln gegeben, welche die elastischen Durchbiegungen, sowie auch Berechnungen, welche die Nebenspannungen von Fachwerkträgern darstellen. Alle in dieser Beziehung veröffentlichten Berechnungsarten entbehren jedoch derjenigen Einfachheit ursprünglicher Anschauung und derjenigen Uebersichtlichkeit der Darstellung, die erforderlich ist, um die Rechnung zu einer für praktische Fälle bequemen zu stempeln. Aufserdem beruhen alle bislang veröffentlichten Berechnungen der Nebenspannungen ausnahmslos auf der Anwendung der Gesetze der einfachen Biegung. Es kann daher denselben keineswegs allgemeine Gültigkeit für alle Fälle der Praxis zugesprochen werden. Die Bildung der durch die steife Nietverbindung der Knotenpunkte in den einzelnen gezogenen oder gedrückten Fachwerkstäben hervorgerufenen zusätzlichen Nebenspannungen erfolgt vielmehr allgemein auf Grund der Gesetze der zusammengesetzten Biegung, also auf Grund der aus der Wechselwirkung der Längskraft und der übrigen Belastungen des Balkens sich ergebenden Bedingungen.

Im folgenden soll daher versucht werden, eine einfache, übersichtliche und allgemein gültige Berechnung der elastischen Verschiebungen der einzelnen Knotenpunkte eines Fachwerks, sowie der aus der steifen Verbindung der Knotenpunkte folgenden Nebenspannungen der einzelnen Fachwerkglieder zu geben.

1. Durchbiegung der Knotenpunkte der Fachwerkträger.

Sind die Hauptspannungen S der einzelnen Glieder eines Fachwerks bekannt, sind dieselben also etwa auf dem Wege der Rechnung oder durch ein zeichnerisches Verfahren ermittelt worden, so sind damit auch die Längenänderungen bekannt, welche die einzelnen Fachwerkglieder erfahren. Sind daher, Abb. 1, a, b, c die Stablängen eines spannungslosen Fachwerkdreiecks A, B, C des unbelasteten Fachwerkträgers, so sind die entsprechenden Seitenlängen a_1, b_1, c_1 des entsprechenden Knotenpunktsdreiecks A_1, B_1, C_1 des belasteten und also gespannten Trägers ebenfalls gegeben. Werden mit S_a, S_b, S_c die betreffenden Spannungszahlen, mit f_a, f_b, f_c die entsprechenden Querschnittszahlen bezeichnet, so sind die Längenänderungen der Seiten des Dreiecks gegeben in dem Ausdruck:

Abb. 1.

$$[\triangle a] = \frac{S_a}{f_a E_a},$$

worin E_a das Elasticitätsmafs des betreffenden Stabes bezeichnet.

Die Längen der Dreieckseiten des gespannten Trägers $a_1 = a + [\triangle a]$, $b_1 = b + [\triangle b]$, $c_1 = c + [\triangle c]$ können daher in gleich einfacher Weise bestimmt werden, mögen die

Fachwerkglieder aus gleichartigem oder nicht gleichem Material bestehen. Im letzteren Falle ist einfach die Zahl E für die einzelnen Stäbe verschieden zu nehmen. Auch ist die Gültigkeit dieser Berechnung der Entfernungen a_1 der Knotenpunkte des gespannten Trägers nicht etwa gebunden an die Bedingung gelenkartiger Knotenpunktsverbindungen. Vielmehr bleibt dieselbe ebensowohl rechnerisch zahlenmäfsig zulässig für steife Knotenpunktsverbindungen, weil, wie auch immer bei festen Verbindungen die einzelnen Verbindungsglieder unter dem Einflusse der zusätzlichen Spannungen sich verbiegen, diese Verbiegungen stets so gering sind, dafs der Unterschied zwischen der geometrischen Länge der Verbiegungscurve und der Länge der geraden Linie gegen die elastischen Veränderungsgröfsen $[\triangle a]$ rechnerisch in Wegfall kommt. Die Zulässigkeit der Vertauschung der Curvenlänge der Verbiegungslinie mit der Länge der geraden Linie würde nur für Fachwerkdreiecke mit sehr spitzen Winkeln verschwinden. Da aber spitze Fachwerkwinkel, erheblich unter 30°, sowieso mit Rücksicht auf die erforderliche Steifigkeit des Dreieckverbandes von der Anwendung ausgeschlossen sind, so kann diese Vertauschung als rechnerisch allgemein gültig angesehen werden.

Aus den Veränderungen der Knotenpunktsentfernungen a, b, c des spannungslosen Trägers in die Knotenpunktsentfernungen a_1, b_1, c_1 des gespannten Trägers ergeben sich ohne weiteres auch die Aenderungen der zugehörigen Winkel A, B, C in die entsprechenden Winkel A_1, B_1, C_1 der geometrischen Dreiecke je dreier Knotenpunkte. Die Winkeländerungen $\alpha = A_1 - A$, $\beta = B_1 - B$, $\gamma = C_1 - C$ der geometrischen Fachwerkdreiecke spielen aber für den gegliederten Fachwerkträger die gleiche Rolle, wie die Festwerthe der Tangenten der elastischen Linie für den vollen Träger mit geschlossenem Querschnitt.

Sind nun a, b, c die ursprünglichen, a_1, b_1, c_1 die veränderten Längen der Seiten eines Knotenpunktsdreiecks, wird gesetzt:

$$a + b + c = 2\,s;\; a_1 + b_1 + c_1 = 2\,s_1,$$

so sind die Zahlen α, β, γ bestimmt durch die Beziehung:

$$\sin\frac{\alpha}{2} = \sin\left(\frac{A_1 - A}{2}\right) = \sin\frac{A_1}{2}\cos\frac{A}{2} - \sin\frac{A}{2}\cdot\cos\frac{A_1}{2},$$

während A und A_1 gebunden sind an die Gleichungen:

$$\sin\frac{A_1}{2} = \sqrt{\frac{(s_1 - c_1)(s_1 - b_1)}{b_1 c_1}};\quad \cos\frac{A_1}{2} = \sqrt{\frac{(s_1 - a_1)\,s_1}{b_1 c_1}};$$

$$\sin\frac{A}{2} = \sqrt{\frac{(s - c)(s - b)}{b c}};\quad \cos\frac{A}{2} = \sqrt{\frac{(s - a)\,s}{b c}}.$$

Hieraus folgt:

$$\sin\frac{\alpha}{2} = \frac{\sqrt{s(s-a)(s_1-c_1)(s_1-b_1)} - \sqrt{s_1(s_1-a_1)(s-b)(s-c)}}{\sqrt{b_1 c_1 b c}}.$$

Bezüglich der zahlenmäfsigen Berechnung des Werthes α ist zu bemerken, dafs α, dem die Bedeutung der Neigung einer elastischen Linie zukommt, stets eine kleine Zahl gegen die Einheit verstellt. Mithin ist es gestattet, die Gröfsen $\sin\frac{\alpha}{2}$, $\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}$, $\frac{\alpha}{2}$ mit einander zu vertauschen. Ebenso ist es gestattet, im Nenner b_1 und b, c_1 und c mit einander zu vertauschen, da beispielsweise für Eisen b_1 und b, c_1 und c sich um etwa $\frac{1}{2000}$ ihres Werthes unterscheiden können. Bezüglich der beiden im Zähler unter dem Wurzelzeichen stehenden Gröfsen wird man bemerken, dafs dieselben Zahlen darstellen, die beide nur wenig von dem Quadrat des Flächeninhalts des von den Knotenpunkten gebildeten Dreiecks abweichen. Um die Zahl α zu berechnen, hat man daher keineswegs nöthig, die umständliche Rechnung des Wurzelausziehens vorzunehmen, sondern lediglich den Unterschied $\triangle$ dieser beiden Zahlen festzustellen.

Wird mit

$$F^2 = s\,(s - a)\,(s - b)\,(s - c)$$

das Quadrat des Flächeninhalts des elastisch unverschobenen Dreiecks bezeichnet, und wird gesetzt:

$$F_1^{\,2} = s_1\,(s_1 - a_1)\,(s - b)\,(s - c)$$
$$F_2^{\,2} = s\,(s - a)\,(s_1 - b_1)\,(s_1 - c_1)$$
$$\triangle = F_2^{\,2} - F_1^{\,2},$$

so folgt aus

$$b\,c\,\frac{\alpha}{2} = \sqrt{F_1^{\,2} + \triangle} - \sqrt{F_1^{\,2}} = \frac{\triangle}{2\,F_1} - \frac{\triangle^2}{4\,F_1^{\,3}} + \cdots,$$

wenn das Glied $\frac{\triangle^2}{4\,F_1^{\,3}}$ und alle folgenden als für die zahlenmäfsige Bestimmung völlig einflufslos fortgelassen werden:

$$\alpha = \frac{\triangle}{F_1 \cdot bc}.$$

Wird nun ferner im Nenner der Werth F_1 mit dem rechnungsmäfsig nicht verschiedenen Werth F vertauscht, wird gesetzt:

$$\triangle_A = s\,(s - a)\,(s_1 - b_1)\,(s_1 - c_1) - s_1\,(s_1 - a_1)\,(s - b)\,(s - c)$$
$$\triangle_B = s\,(s - b)\,(s_1 - a_1)\,(s_1 - c_1) - s_1\,(s_1 - b_1)(s - c)(s - a)$$
$$\triangle_C = s\,(s - c)\,(s_1 - a_1)\,(s_1 - b_1) - s_1\,(s_1 - c_1)\,(s - a)\,(s - b),$$

so erhält man also für die drei Winkeländerungen α, β, γ eines Dreiecks die einfachen Formeln:

$$\text{I.}\qquad \alpha = \frac{\triangle_A}{F \cdot bc},\; \beta = \frac{\triangle_B}{F \cdot ac},\; \gamma = \frac{\triangle_C}{F \cdot ab}.$$

Die Winkeländerungen α, β, γ für die Dreieckswinkel des Trägers lassen sich daher stets in einfacher und auch übersichtlicher Weise berechnen. Sind aber diese Winkeländerungen bekannt, so folgen daraus ohne weiteres auch die Verschiebungen, insbesondere auch die senkrechten Verschiebungen, also die Durchbiegungen der Knotenpunkte.

Wir betrachten zunächst als einfachsten Fall, Abb. 2, einen symmetrisch zur Mittellinie gebauten und belasteten Träger.

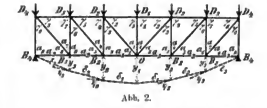


Abb. 2.

Die Zahlen α_1, $\alpha_2 \cdots$ mögen die Aenderungsgröfsen der an der unteren Gurtung liegenden Winkel bezeichnen. Der symmetrischen Anordnung des Trägers und aller Kräfte gemäfs bleibt die Mittellinie OD_1 des Trägers unverändert lothrecht bestehen, und

$$\delta_1 = \alpha_1 + \alpha_2$$
$$\delta_2 = (\alpha_1 + \alpha_2) + (\alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5)$$
$$\delta_3 = (\alpha_1 + \alpha_2) + (\alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5) + (\alpha_6 + \alpha_7 + \alpha_8)$$

stellen die absoluten Zahlen der Neigungen der Polygonseiten a_1, a_2, a_3 der elastisch verschobenen, vordem geraden Gurtung dar.

Die elastischen Durchbiegungen der Knotenpunkte der unteren Gurtung sind daher gegeben durch die einfachen Formeln:

$$y_3 = a_3 \delta_3$$
$$y_2 = a_3 \delta_3 + a_2 \delta_2$$
$$y_1 = a_3 \delta_3 + a_2 \delta_2 + a_1 \delta_1.$$

Leicht wird man bemerken, dafs die Summe der Winkeländerungen α aller in einem Gurtungspunkte zusammenstofsenden Fachwerkwinkel den Knick der Polygonseiten der Gurtung darstellt. So ist $\eta_2 = (\alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5) = \delta_2 - \delta_1$, als absolute Zahl genommen, die Gröfse des Knickwinkels der unteren Gurtung im Knotenpunkte B_2. Der in voller mathematischer Schärfe, leicht und bequem darstellbare Zahlenwerth η stellt für die durch den Punkt B_2 stetig verlaufende Gurtung das bestimmte Mafs eines Winkels der elastischen Verbiegung dar, welche die vordem gerade, unverbogene Gurtung durch die Wirkungen der zusätzlichen Nebenspannungen zu überwinden gezwungen wird.

Werden die Aenderungen der einzelnen an die obere gerade Gurtung stofsenden Fachwerkwinkel mit $\gamma_1, \gamma_2 \cdots$ bezeichnet, so stellen

$$\delta_1 = \gamma_1$$
$$\delta_2 = \gamma_1 + (\gamma_2 + \gamma_3 + \gamma_4)$$
$$\delta_3 = \gamma_1 + (\gamma_2 + \gamma_3 + \gamma_4) + (\gamma_5 + \gamma_6 + \gamma_7)$$

die Neigungen der Polygonseiten der oberen Gurtung dar, und

$$\xi_2 = (\gamma_2 + \gamma_3 + \gamma_4) = \delta_1 - \delta_2$$

ist der Knickwinkel der oberen Gurtung im Knotenpunkte D_2.

Die statische Bedeutung der Gröfsen ξ, η für die elastische Verbiegung der Gurtungen bleibt auch dann bestehen, wenn die

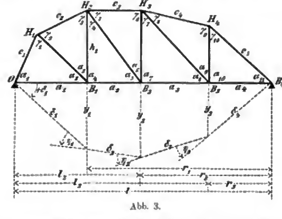


Abb. 3.

Gurtungen keine geraden Linien, sondern die Polygonseiten beliebiger Curven bilden. Die Summe der Aenderungsgröfsen der Fachwerkwinkel eines Knotenpunktes $\xi = \Sigma(\gamma)$ stellt in jedem Falle diejenige elastische Verbiegung dar, welche die Gurtung eben infolge der Steifigkeit des betreffenden Knotenpunktes erdulden mufs.

Wir betrachten im folgenden den allgemeineren Fall ohne Symmetrieachse, wo also entweder der Träger selbst unsymmetrisch zur Mittellinie angeordnet ist, oder ein symmetrisch gebauter Träger durch beliebige, im allgemeinen nicht symmetrisch liegende Belastung beansprucht wird. Abb. 3 stelle einen derartigen Träger mit elastisch frei drehbaren Auflagern dar, für den wir die untere Gurtung als gerade Linie, die obere Gurtung als beliebig geformtes Polygon angenommen haben. Werden wiederum die elastischen Aenderungen der an die untere Gurtung stofsenden Fachwerkwinkel mit α, die Aenderungen der an die obere Gurtung stofsenden Winkel mit γ bezeichnet, so stellt auch für diesen Träger die Summe der Aenderungen aller in einem unteren Knotenpunkte zusammenlaufenden Winkel $\eta = \Sigma(\alpha)$ den Unterschied der Neigungen δ der Polygonseiten der unteren Gurtung dar, und $\xi = \Sigma(\gamma)$ stellt für einen oberen Gurtungspunkt den elastischen Verdrehungswinkel der Polygonseiten im betreffenden Gurtungspunkte dar. Der ganze Unterschied im Gange der Rechnung besteht nur darin, dafs für den symmetrischen Fall die elastische Gesamtverdrehung für eine bestimmte Stelle von vornherein bekaunt war, nämlich die Drehung 0 für die in der Symmetrielage befindlichen Glieder, während für den unsymmetrischen Fall die Gesamtverdrehung für keine Stelle des Trägers von vorn herein gegeben ist, daher zunächst für irgend eine beliebige aber bestimmte Stelle aus den geometrischen Bedingungen der Lage des Trägers bestimmt werden mufs.

Geht man von dem linksseitigen Auflagerpunkt O aus, den wir als den in wagerechter Beziehung unverschieblichen Auflagerpunkt betrachten wollen, während das zweite Auflager als auf Pendellagerung oder Gleitlagern frei verschieblich gedacht werden möge, bezeichnet man mit δ_1 die Drehung der ersten Geraden $OB_1 = a_1$ der unteren Gurtung, so sind die Neigungen δ der einzelnen Polygonseiten der vordem eine einzige Gerade bildenden Gurtung gegeben in den Gleichungen:

$$\delta_2 = \delta_1 + \eta_1$$
$$\delta_3 = \delta_2 + \eta_2 = \delta_1 + \eta_1 + \eta_2$$
$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$
$$\delta_n = \delta_1 + \Sigma(\eta),$$

und die Durchbiegungen y der einzelnen Knotenpunkte sind dementsprechend bestimmt durch Gleichungen:

$$y_1 = a_1 \delta_1$$
$$y_2 = l_2 \delta_1 + a_2 \eta_1$$
$$y_3 = l_3 \delta_1 + (a_2 + a_3) \eta_1 + a_3 \eta_2$$
$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$
$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$

Die Zahl δ_1 aber ist bestimmt durch die Bedingung, dafs am anderen Auflager des Trägers die Durchbiegung $y_l = 0$ sein mufs, also durch die Gleichung:

$$0 = l\delta_1 + \eta_1 \cdot r_1 + \eta_2 \cdot r_2 + \ldots \eta_{n-1} \cdot r_{n-1}$$
$$0 = l\delta_1 + \Sigma(\eta r),$$

woraus sich ergiebt:

$$\delta_1 = \frac{-\Sigma(\eta r)}{l}.$$

In diesen Formeln sind die Werthe η, α im positiven Sinne zu nehmen, wenn die zugehörigen ursprünglichen Winkel vergröfsert werden, negativ, wenn dieselben verkleinert werden, entsprechend dem Sinne und der Bedeutung der Grundformel I über die Veränderlichkeit der Fachwerkwinkel.

Für eine gerade untere Gurtung werden die inneren Fachwerkwinkel im allgemeinen kleiner, und η sind daher negative Zahlen.

Will man nun etwa auch die Durchbiegung der oberen Knotenpunkte berechnen, so kann man dieselbe unmittelbar auf die Durchbiegung der unteren Gurtung beziehen. Es folgt beispielsweise aus der Durchbiegung y_1 des unteren Knotenpunktes B_1, wenn mit $\delta = \delta_1 + (\alpha_2 + \alpha_3)$ der Drehungswinkel des ursprüng-

lich lothrechten Stabes h_1 bezeichnet wird, die Durchbiegung y des oberen Knotenpunktes H_2:

$$y = y_1 - [\triangle h_1] + h_1 (1 - \cos\delta)$$

oder

$$y = y_1 - [\triangle h_1] + \frac{h_1 \delta^2}{2},$$

worin $[\triangle h_1]$ die elastische Längenänderung des Stabes h_1 bedeutet. Hierin darf das Glied $\frac{h_1 \delta^2}{2}$ wenigstens nicht allgemein unterdrückt werden, indem das Quadrat des kleinen Drehungswinkels δ im allgemeinen nicht rechnerisch verschwindend klein ist gegen das Verlängerungsverhältnifs $\frac{[\triangle h_1]}{h_1}$ des Stabes.

Wir erwähnen hierbei für zahlenmäfsige Ausrechnungen das folgende: Die Längenänderungsverhältnisse $\frac{[\triangle h]}{h}$ liegen für Eisen etwa in den Grenzen $\pm \frac{1}{2000}$. Für voll beanspruchte gezogene Stäbe erhält man etwa $[\triangle h] = + \frac{h}{2000}$, für gedrückte Stäbe erhält man, mit Rücksicht auf die Knicksicherheit, meist Werthe $\frac{[\triangle h]}{h}$ die unter $\frac{1}{2000}$ liegen. Die Einzel-Winkeländerungen α, β, γ eines geometrischen durch drei Glieder gebildeten Fachwerkdreiecks erreichen beim gleichseitigen Dreieck, wenn alle drei Seiten voll gespannt und zwei derselben gleichartig beansprucht sind, in runden Zahlen die Werthe:

$$\pm \frac{1}{866}; \mp \frac{1}{1732}; \mp \frac{1}{1732}.$$

Selbstverständlich ist stets die Summe $\alpha + \beta + \gamma$ dreier elastischer Winkeländerungen des nämlichen Dreiecks $= 0$. Für ein gleichschenkliges Dreieck mit Winkel an der Basis von 23° erhält man, wenn die beiden Schenkel gleichartig und alle drei Seiten voll mit etwa 1000 kg auf 1 qcm beansprucht werden, für die Winkel die Veränderungswerthe

$$\pm \frac{1}{210}; \mp \frac{1}{420}; \mp \frac{1}{420}.$$

Nimmt man an, dafs die einzelnen Dreieckswinkel der Fachwerke nicht kleiner als 30° gewählt werden, so bleiben die Winkeländerungen α stets kleiner als $\frac{1}{200}$. Im allgemeinen ergeben sich für die einzelnen Winkeländerungen erheblich geringere Werthe, und für diese einzelnen Winkeländerungen würde, an und für sich betrachtet, die Gröfse $\frac{\alpha^2}{2}$ gegen die Gröfse $\frac{[\triangle a]}{a}$ allerdings rechnungsmäfsig in Wegfall gebracht werden können, da $\frac{\alpha^2}{2}$ im ausnahmsweisen Höchstfalle vielleicht $\frac{1}{40}$ des Werthes $\frac{1}{2000} = \frac{[\triangle a]}{a}$ betragen könnte. Wesentlich anders aber verhält es sich bezüglich der Gesamtwinkeldrehungen δ der einzelnen Stablagen. Der Werth δ ist eine algebraische Zusammensetzung verschiedener Einzelwinkeländerungen α. Bei längeren Trägern ist mithin δ ein erheblich Mehr- und Vielfaches einer einzigen Winkeländerung α, und δ erreicht, wenigstens für die von der elastischen Ruhelage entfernten Stäbe, also im allgemeinen nach dem Ende des Trägers zu, derartig bedeutende Werthe, dafs von einem Verschwinden des Quadrates $\frac{\delta^2}{2}$ gegen das Ausdehnungsverhältnifs $\frac{1}{2000} = \frac{[\triangle a]}{a}$ des Stabes nicht mehr die Rede sein kann.

Selbstverständlich kann man die Durchbiegung der oberen Gurtungspunkte H, wie überhaupt ganz allgemein die Durchbiegung jedes beliebigen nicht geraden Stabzuges, für sich ohne Bezugnahme auf die Durchbiegung der unteren Gurtung berechnen. Bezeichnen wir mit ω_1 den Drehungswinkel der linksseitig ersten Strecke OH_1 der oberen Gurtung, so würde ω_1 an δ_1 gebunden sein durch die Beziehung $\omega_1 + \alpha_1 = \delta_1$. Weil aber keine Bezugnahme auf die Durchbiegung der unteren Gurtung stattfinden soll, so setzen wir δ_1 und also auch ω_1 als zunächst unbekannt voraus. Bezeichnen c_1, c_2 ..... die Stablängen, dementsprechend $[\triangle c_1]$... die elastischen Aenderungen der Stablängen, deren Werth positiv ist für Verlängerung, negativ für Verkürzung, bezeichnen ferner C_1, C_2 ..... die Neigungswinkel der Geraden c gegen die Wagerechte, wird mit ω_1, ω_2 ..... der im Sinne der Drehung $+\omega_1$ oder $+\delta_1$ positive Drehungswinkel der einzelnen Strecken c bezeichnet, ist $\xi_1 = (\gamma_1 + \gamma_2)$, $\xi_2 = (\gamma_3 + \gamma_4 + \gamma_5)$ der Knickwinkel in den Knotenpunkten, ist endlich $\xi_1 = \psi_2$, $\xi_1 + \xi_2 = \psi_3$, $\xi_1 + \xi_2 + \xi_3 = \psi_4$ der Drehungswinkel des zweiten, dritten, vierten.. Stabes gegen die Lage des ersten Stabes, so sind die Durchbiegungen bestimmt durch die Gleichungen

$$y_1 = \omega_1 c_1 \cos C_1 - [\triangle c_1] \sin C_1;$$
$$y_2 = y_1 + \omega_2 c_2 \cos C_2 - [\triangle c_2] \sin C_2,$$

und man hat allgemein:

$$y_n = \Sigma [\omega c \cos C] - \Sigma [\triangle c] \sin C,$$

wo in Σ stets bis zum betreffenden Gliede gerechnet werden, auch der Sinn von $[\triangle c]$ und C berücksichtigt werden mufs. Der Werth ω_1 ist aber wiederum bestimmt durch die Bedingung, dafs am rechtsseitigen Auflager die Durchbiegung 0 ist, also durch die Gleichung:

$$0 = \Sigma (\omega c \cos C) - \Sigma [\triangle c] \sin C$$

oder anders geschrieben:

$$0 = \omega_1 \Sigma c \cos C - \Sigma \psi c \cos C - \Sigma [\triangle c] \sin C,$$

da $\omega_2 = \omega_1 - \psi_2$, $\omega_3 = \omega_1 - \psi_3$ .... ist

Daraus folgt:

$$\omega_1 = \frac{\Sigma \psi c \cos C + \Sigma [\triangle c] \sin C}{l}.$$

Für eine regelmäfsig geformte Gurtung hat das Glied $\Sigma [\triangle c] \sin C$ meist keinen bedeutenden Einflufs, indem alle Glieder gleichartig beansprucht sind und $\sin C$ im höchsten Punkte das Zeichen wechselt, mithin etwa die Hälfte der Glieder einen positiven, die andere Hälfte einen negativen Beitrag liefert. Nachdem hiermit der Werth ω_1 bestimmt ist, sind damit alle Werthe der Durchbiegung der oberen Gurtung bekannt.

Ist ein Fachwerkträger an irgend einer Stelle elastisch gebunden, ist beispielsweise derselbe an einer Auflagerstelle fest

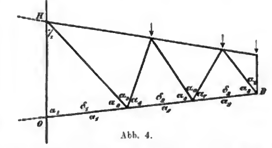


Abb. 4.

eingemauert, so findet daselbst, ähnlich wie an der Stelle einer Symmetrielage, keinerlei elastische Drehung statt. Für den in

Abb. 4 dargestellten, in OH eingemauerten Träger findet man daher die elastischen Verdrehungen δ der einzelnen Glieder a_1 der unteren geraden Gurtung einfach durch Zusammenzählen der elastischen Winkeländerungen α:

$$\delta_1 = \alpha_1$$
$$\delta_2 = \alpha_1 + (\alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4)$$
$$\delta_3 = \alpha_1 + (\alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) + (\alpha_5 + \alpha_6 + \alpha_7),$$

und man erhält dementsprechend die elastische Durchbiegung y des Endpunktes B:

$$y = a_1 \delta_1 + a_2 \delta_2 + a_3 \delta_3,$$

wo y lothrecht zur Geraden OB gemessen ist.

Bei der Berechnung der Durchbiegung, und dementsprechend auch bei der Ermittlung der Nebenspannungen, ist zu beachten, ob die Befestigung, Einmauerung des Trägers an der Stelle OH in der Weise erfolgte, dafs die Entfernung OH als elastisch unveränderlich anzusehen ist, oder ob die elastische Längenausdehnung des Gliedes OH freigeblieben ist. Im ersteren Falle sind α_1, α_2, γ_1 zu berechnen als Aenderungswinkel eines Dreiecks mit einer unveränderten Seite OH. Im letzteren Falle sind α_1, α_2, γ_1 zu berechnen in gewöhnlicher Weise als elastische Winkeländerungen eines Dreiecks mit drei elastisch gespannten Seiten.

Die elastische Verschiebung der Knotenpunkte in beliebiger Richtung, insbesondere die wagerechte Verschiebung der Knotenpunkte.

Die Berechnung der elastischen Verschiebung der Knotenpunkte in irgend welcher beliebigen festen Richtung kann in gleicher Weise erfolgen, wie die Berechnung der lothrechten Durchbiegung. Mifst man z. B. die Winkel C der Strecken c der oberen Gurtung der Abb. 3 nicht von der Wagerechten ab, sondern von einer beliebigen anderen festen Richtung aus, so ergiebt $y = \Sigma \omega c \cos C - \Sigma [\triangle c] \sin C$ die elastische Verschiebung lothrecht zu dieser Richtung. Insbesondere ist die wagerechte Verschiebung z der Knotenpunkte der oberen Gurtung gegeben durch die Gleichung:

$$z = \Sigma \omega c \sin C + \Sigma [\triangle c] \cos C,$$

worin die Winkel C wieder von der Wagerechten gemessen sind. Diese Formeln bleiben jedoch nur so lange rechnerisch genau, als die Winkel C genügend grofs gegen die Verdrehungswinkel ω sind, sodafs letztere gegen C verschwinden. Für kleine Werthe würde $\sin C$ mit $\sin\left(C \pm \frac{\omega}{2}\right)$ zu vertauschen sein.

Die wagerechte Verschiebung der Knotenpunkte der unteren Gurtung würde gegeben sein durch die Gleichung:

$$z = \Sigma [\triangle a] - \Sigma \frac{a \delta^2}{2}.$$

Für den letzten Punkt B_n erhält man daraus die Verschiebung des Trägers auf dem Gleitlager.

Der Gang der Berechnung der elastischen Verschiebungen bleibt genau der gleiche, mag der Träger ein statisch einfach bestimmter oder ein statisch unbestimmter, also ein Fachwerk mit überzähligen Stäben sein. Es ist für den Gang und die Ausführung der Rechnung vollständig gleichgültig, ob der Träger der Abb. 3 etwa noch überzählige Stäbe $H_4 B_2$, $H_3 B_1$ oder $H_2 B_3$ enthält oder nicht enthält, vorausgesetzt natürlich, dafs die Berechnung der Spannungen für den thatsächlich vorliegenden Träger erfolgt ist.

Die Berechnung der Nebenspannungen der einzelnen Fachwerkglieder.

Um die Art und Weise der Berechnung der Nebenspannungen der einzelnen Fachwerkglieder klarzulegen, führen wir zunächst, Abb. 5, ein einfaches Beispiel vor. ABC stelle ein einfaches festes Dreieck aus Eisenstäben dar. Der gezogene Stab AB oder c sei ein liegendes Flacheisen von 9 cm Breite und 1 cm Höhe, die beiden gedrückten Stäbe a und b mögen den in Abb. 5a dargestellten Querschnitt haben. Bei A und B sei das

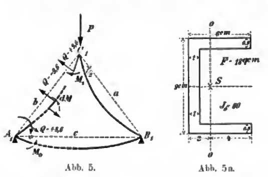


Abb. 5. Abb. 5a.

Dreieck frei unterstützt, so zwar, dafs bei freier, widerstandsloser Verschiebbarkeit eines der Auflagerpunkte im wagerechten Sinne und bei freier elastischer Drehfähigkeit beider Träger-Enden lediglich lothrechte Auflagerkräfte entstehen können. An den drei Knotenpunkten A, B, C sei das Dreieck fest in sich vernietet, so zwar, dafs also die Winkel A, B, C, welche die geraden Eisenstäbe im spannungslosen Zustande mit einander bilden, bei elastischer Beanspruchung des Trägerdreiecks von den Stab-Enden unverändert gebildet werden müssen. Die Seitenlänge c sei $= 180$ cm, $a = b = 150$ cm.

Dieses Dreieck werde in seiner Spitze C belastet durch eine lothrechte Last $P = 24\,000$ kg. Alsdann entsteht in den Druckstäben a, b als Hauptspannung je der Druck $K = 15\,000$ kg, im Stab c aber der Zug $S = 9000$ kg.

Abgesehen von diesen Hauptspannungen entstehen in den Stäben Zusatz- oder Nebenspannungen, für die der Grund eben in der festen, unveränderlichen Winkelverbindung der Stab-Enden besteht. Diese Nebenspannungen können, wie für das gewählte einfache Beispiel, so auch für jedes beliebige Fachwerk, in mathematisch genauer Weise bestimmt werden.

Für das vorliegende Beispiel ist

$$[\triangle a] = [\triangle b] = -\frac{15000}{18} \cdot \frac{150}{E},$$

also wenn

$$E = 2000000 \text{ ist},$$

$$[\triangle a] = [\triangle b] = -\frac{1}{16} \text{ cm} = -0{,}625 \text{ mm}$$

$$[\triangle c] = \frac{9000 \cdot 180}{9 \cdot 2000000} = \frac{9}{100} \text{ cm} = +0{,}9 \text{ mm},$$

mithin ist in mm:

$$a = b = 1500; \quad a_1 = b_1 = 1499{,}375$$
$$c = 1800; \quad c_1 = 1800{,}9$$
$$s = 2400; \quad s_1 = 2399{,}825$$

und mithin ändert sich der Winkel C zwischen den drei Knotenpunkten ACB um das Mafs:

$$\gamma = \frac{s(s-c)(s_1-a_1)^2 - s_1(s_1-c_1)(s-a)^2}{ab\sqrt{s(s-c)(s-a)^2}} = +0{,}00139,$$

sowie die Winkel A und B um das Mafs:

$$\alpha = \beta = \frac{s\,(s-a)\,(s_1-a_1)\,(s_1-c_1) - s_1\,(s_1-a_1)\,(s-a)\,(s-c)}{(s-a)\,a\cdot c\,\sqrt{s\,(s-c)}}$$

$$= -0{,}00069.$$

In den Stäben gegliederter Fachwerke mit steifen Knotenpunktsverbindungen wirken nun allgemein, abgesehen von den Längskräften S, K, je eine Querkraft Q und ein Drehmoment M. Die Querkraft Q ist stets über die ganze Längenausdehnung des Stabes unverändert, weil der verbogene Stab überhaupt nur an seinen Enden, in seinen Auflagern, Aufsenkräfte empfängt. Das innere Biegungsmoment M hingegen ist veränderlich unter dem Einflufs eben der Querkraft Q und der Längskraft S oder K. Schneidet man sämtliche in einen Knotenpunkt zusammenlaufende Stäbe in unmittelbarer Nähe des Knotenpunktes durch und läfst die Querkräfte Q und die Momente M in den Schnittstellen wirken, so ist die Summe aller Momente $M = 0$. Die Mittelkraft aller Querkräfte Q ist aber im allgemeinen nicht $= 0$, indem die angenommenen, auf Grund der Voraussetzung von Bolzendrehung berechneten Hauptspannungen S, K durch das Auftreten der Verbiegung ebenfalls eine wenn auch nur geringe Aenderung ihrer Gröfsen erfahren, und die Mittelkraft aller Querkräfte Q ist von der Mittelkraft der Spannungsänderungen aller im Knotenpunkt zusammenlaufenden Längskräfte S, K nicht verschieden.

Für die gezogenen Glieder gilt die allgemeine Differentialgleichung: $EJ\dfrac{d^3y}{dx^3} - S\dfrac{dy}{dx} - Q = 0$, worin das Trägheitsmoment J des Stabquerschnitts für die ganze Stablänge als unverändert vorausgesetzt ist, entsprechend der Annahme eines bestimmten Querschnittes f für jeden einzelnen Stab. Werden die dem Werthe $x = 0$ entsprechenden Festwerthe der Durchbiegung y, der Neigungstangente $\dfrac{dy}{dx}$, des Biegungsmomentes $-EJ\dfrac{d^2y}{dx^2}$ mit y_0, φ_0, M_0 bezeichnet, so kann man das allgemeine Integral dieser Differentialgleichung schreiben in der Form:

$$y = y_0 + \varphi_0 \frac{\mathfrak{Sin}\,\mu x}{\mu} + \frac{M_0}{S}\{1 - \mathfrak{Cof}\,\mu x\} + \frac{Q}{S}\left(\frac{\mathfrak{Sin}\,\mu x}{\mu} - x\right),$$

worin $\mu = \sqrt{\dfrac{S}{EJ}}$, $\mathfrak{Sin}$ und $\mathfrak{Cof}$ die hyperbolischen Functionen bedeuten. Man erhält diese Schreibweise der Integralform, wenn man in dem allgemeinen Integral

$$y = A + B\,\mathfrak{Sin}\,\mu x + C\,\mathfrak{Cof}\,\mu x - \frac{Q}{S}x$$

die Integrationsfestwerthe A, B, C den Bedingungen entsprechend bestimmt, dafs nämlich für $x = 0$ stattfindet:

$$y = y_0,\quad \frac{dy}{dx} = \varphi_0,\quad -EJ\frac{d^2y}{dx^2} = M_0.$$

Für das vorliegende Zahlenbeispiel ist nun die Querkraft Q im gezogenen Stab AB der Symmetrie wegen $= 0$. Beziehen wir daher die Gleichung der elastischen Verbiegungslinie des gespannten Stabes $A_1 B_1$ auf die Gerade $A_1 B_1$, so ist, wenn A_1 als Ursprung der Coordinaten gewählt wird, $y_0 = 0$. Wird daher mit ψ die Anfangstangente in A_1, mit M_0 das Anfangsmoment in A_1 bezeichnet, so lautet die Gleichung der elastischen Biegung des Stabes AB oder c:

$$y = \frac{\psi}{\mu}\,\mathfrak{Sin}\,\mu x - \frac{M_0}{S}[\mathfrak{Cof}\,\mu x - 1].$$

M_0 und ψ sind aber untereinander abhängig durch das Gebot der Symmetrie, wonach z. B. für $x = \dfrac{c}{2}$

$$\frac{dy}{dx} = 0 \text{ ist,}$$

sowie auch für $x = c$

$$y = 0 \text{ ist.}$$

Die Ausführung jeder der beiden Bedingungen ergiebt die Beziehung

$$\psi = \frac{M_0\mu}{S}\,\mathfrak{Tg}\,\frac{\mu c}{2}.$$

Setzen wir nun die Zahlenwerthe des vorliegenden Beispiels ein, so erhalten wir in cm und kg:

$$\mu = \sqrt{\frac{S}{EJ}} = \sqrt{\frac{9000}{2000000\cdot {}^3/_4}} = \frac{1}{12{,}9};\quad \psi = \frac{M_0}{700}.$$

Bei den gedrückten Stäben gilt für die Verbiegung die allgemeine Differentialgleichung der Knickbiegung:

$$EJ\cdot\frac{d^3y}{dx^3} + K\frac{dy}{dx} - Q = 0,$$

und wir erhalten daraus, wenn wiederum die dem Werthe $x = 0$ entsprechenden Festwerthe mit y_0, φ_0, M_0 bezeichnet werden, das allgemeine Integral:

$$y = y_0 + \varphi_0\frac{\sin\mu x}{\mu} + \frac{M_0}{K}\{\cos\mu x - 1\} + \frac{Q}{K}\left(x - \frac{\sin\mu x}{\mu}\right),$$

worin $\mu = \sqrt{\dfrac{K}{EJ}}$.

Wir beziehen nun die Gleichung des gedrückten Stabes AC oder b auf die Gerade $A_1 C_1$, d. h. also auf die geometrische Seite des Dreiecks der Knotenpunkte des gespannten Trägers, und wählen wiederum A_1 als Ursprung der Coordinaten. Alsdann ist die Anfangstangente φ_0 der elastischen Linie des Stabes b, indem (Abb. 5 b) der Winkel des elastisch verschobenen Dreiecks $C_1\,A_1\,B_1$ eine Vergröfserung $\alpha = -0{,}00069$ erlitt, an ψ gebunden durch die Gleichung $\varphi_0 = \psi + \alpha$, der Werth des Anfangsmomentes der elastischen Verbiegung von b ist dem Anfangsmoment der Verbiegung von c entgegengesetzt gleich. Wir erhalten mithin als Gleichung der elastischen Linie des Stabes b:

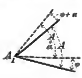


Abb. 5b.

$$y = \frac{(\psi + \alpha)}{\mu_1}\sin\mu_1 x - \frac{M_0}{K}\{\cos\mu_1 x - 1\} + \frac{Q}{K}\left(x - \frac{\sin\mu_1 x}{\mu_1}\right),$$

wenn $\mu_1 = \sqrt{\dfrac{K}{EJ}}$ gesetzt wird.

Daraus folgt:

$$\frac{dy}{dx} = (\psi + \alpha)\cos\mu_1 x + \frac{M_0\mu_1}{K}\sin\mu_1 x + \frac{Q}{K}(1 - \cos\mu_1 x),$$

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -\mu_1(\psi + \alpha)\sin\mu_1 x + \frac{M_0}{EJ}\cos\mu_1 x + \frac{Q\mu_1}{K}\sin\mu_1 x,$$

$$\frac{d^3y}{dx^3} = -\mu_1^2(\psi + \alpha)\cos\mu_1 x - \frac{\mu_1 M_0}{EJ}\sin\mu_1 x + \frac{Q}{EJ}\cos\mu_1 x$$

und vermöge dieser Gleichungen sind nun die Zahlenwerthe M_0, ψ, Q aneinander gebunden durch die Bedingungen, dafs für $x = b$ stattfindet: $y = 0$, $\dfrac{dy}{dx} = -\dfrac{\gamma}{2}$, also durch die Bedingungen:

$$0 = [\psi + \alpha]\frac{\sin\mu_1 b}{\mu_1} - \frac{M_0}{K}\{\cos\mu_1 b - 1\} + \frac{Q}{K}\left(b - \frac{\sin\mu_1 b}{\mu_1}\right)$$

$$-\frac{\gamma}{2} = [\psi + \alpha]\cos\mu_1 b + \frac{M_0\mu_1}{K}\sin\mu_1 b + \frac{Q}{K}(1 - \cos\mu_1 b).$$

Setzen wir nun Zahlenwerthe ein, so erhalten wir

$$J = \frac{9\cdot 2^3}{3} - \frac{7{,}2\cdot 1^3}{3} + \frac{2\cdot 0{,}9\cdot 4^3}{3} = 60{,}000,$$

$$\mu_1 = \sqrt{\frac{15000}{2000000\cdot 60}} = \frac{1}{89{,}443},\quad \mu_1 b = 1{,}677,$$

und damit ergeben sich durch Einsetzung der Zahlenwerthe

$$\sin \mu_1 b = +0{,}995,$$
$$\cos \mu_1 b = -0{,}105$$

und des Werthes $\psi = \frac{M_0}{700}$ in die beiden Gleichungen zwei lineare Zahlengleichungen zwischen M_0 und Q, aus welchen die Zahlenwerthe sich ergeben:

$$0 = \left(\frac{M_0}{700} - 0{,}00069\right) 0{,}995\cdot 89{,}4 + \frac{M_0\, 1{,}105}{15000} + \frac{Q}{15000}(150 - 89{,}4\cdot 0{,}995)$$

$$-0{,}00069 = -0{,}105\left(\frac{M_0}{700} - 0{,}00069\right) + \frac{M_0\cdot 0{,}995}{15000\cdot 89{,}4} + \frac{Q\cdot 1{,}105}{15000},$$

woraus folgt: $M_0 = +0{,}79$ cm kg,
$Q = -9{,}6$ kg.

Q hat also einen negativen Werth in Bezug auf die Bedeutung von Q in der elastischen Grundgleichung:

$$EJ\frac{d^3y}{dx^3} + K\frac{dy}{dx} - Q = 0.$$

An den beiden Enden des Stabes haben wir Q in seinem Wirkungssinne dargestellt.

Man erhält ferner die Werthe: $\psi = \frac{0{,}79}{700} = +0{,}00113$, $(\psi + \alpha) = +0{,}00044$. Die Gleichung für den gedrückten Stab b lautet mithin:

$$y = 0{,}00044\frac{\sin \mu_1 x}{\mu_1} + \frac{0{,}79}{15000}(1 - \cos \mu_1 x) - \frac{9{,}6}{15000}\left(x - \frac{\sin \mu_1 x}{\mu_1}\right),$$

oder anders geschrieben:

$$2000000\, y = Ey = 105\,(1 - \cos \mu_1 x) - 1280\,x + 193104 \sin \mu_1 x,$$

$$\text{worin } \mu_1 = \frac{1}{89{,}4} = 0{,}01118.$$

Daraus folgt:

$$E\frac{d^2y}{dx^2} = \mu_1^2\left\{105 \cos \mu_1 x - 193104 \sin \mu_1 x\right\},$$

$$E\frac{d^3y}{dx^3} = \mu_1^3\left\{-105 \sin \mu_1 x - 193104 \cos \mu_1 x\right\}.$$

Das Moment im gedrückten Stab b hat einen Gröfstwerth für $\frac{dM}{dx} = -EJ\frac{d^3y}{dx^3} = 0$, also für $\operatorname{ctg} \mu_1 x = -0{,}00054$, mithin für $\mu_1 x$ ein wenig gröfser als $\frac{\pi}{2}$, nämlich für $\mu_1 x = 1{,}5713$, also in nicht grofser Entfernung vom Punkte C, 15 cm vor C.

Die Gröfse dieses gröfsten Biegungsmomentes beträgt 1450 cm kg, und der entsprechende Werth $\frac{M_m}{J} = -E\frac{d^2y}{dx^2}$ beträgt mithin 24,2. Indem die gröfste Entfernung des äufsersten gedrückten Punktes 4 cm beträgt, erleidet der Querschnitt des Stabes b infolge der Verbiegung eine gröfste Beanspruchung: $24{,}2\cdot 4$ = rund 97 kg auf 1 qcm, und mithin beträgt die gröfste Gesamtbeanspruchung $\frac{15000}{18} + 97 = 930$ kg.

Der gezogene Stab c erhält eine rechnungsmäfsig zu vernachlässigende kleine Beanspruchung durch die Biegung. Die Biegungsgleichung desselben $y = \frac{\psi}{\mu}\operatorname{Sin}\mu x - \frac{M_0}{S}(\operatorname{Cos}\mu x - 1)$ kann mit Bezug auf die Beziehung $\psi = \frac{M_0 \mu}{S}\operatorname{Tg}\frac{\mu c}{2}$ auch geschrieben werden:

$$y = \frac{M_0}{S}\left\{\frac{\operatorname{Sin}\mu x \operatorname{Sin}\frac{\mu c}{2} - \operatorname{Cos}\mu x \operatorname{Cos}\frac{\mu c}{2}}{\operatorname{Cos}\frac{\mu c}{2}} + 1\right\}$$

oder

$$y = \frac{M_0}{S}\left\{1 - \frac{\operatorname{Cos}\mu\left(x - \frac{c}{2}\right)}{\operatorname{Cos}\frac{\mu c}{2}}\right\},$$

woraus folgt für das Moment:

$$-EJ\frac{d^2y}{dx^2} = M_0\frac{\operatorname{Cos}\mu\left(x - \frac{c}{2}\right)}{\operatorname{Cos}\frac{\mu c}{2}}.$$

Dieses Biegungsmoment ist am gröfsten an den beiden Enden, nämlich $= M_0 = 0{,}79$ und ist am kleinsten in der Mitte $= \frac{M_0}{\operatorname{Cos}\frac{\mu c}{2}}$, welch letzterer Werth, da $\frac{\mu c}{2} = \frac{90}{12{,}9}$ = rund 7 und $\operatorname{Cos}\frac{\mu c}{2}$ etwa den Werth 500 hat, rechnerisch vollständig verschwindet.

Die in den einzelnen Stäben entstehenden Biegungsspannungen sind wechselseitig abhängig von der Biegsamkeit der Stäbe. Würde der Stab c steifer sein, würde er anstatt flach-, hochkantig liegen, so würden die Stäbe a und b stärker durch die Verbiegung zu leiden haben. Würden a und b ein gröfseres Trägheitsmoment ihres Querschnitts aufzuweisen haben, so würde c erheblicher verbogen werden.

Die Hauptspannungen K, S verändern, abgesehen von der durch die elastische Verschiebung der gegenseitigen Lage der Knotenpunkte bedingten Zerlegung der Lasten nach etwas veränderten Richtungen, auch infolge der durch die Steifheit der Knotenpunkte bedingten anderweiten Kräftevertheilung in etwas ihre Gröfse. Legt man für den rechnungsmäfsig gefundenen Werth $Q = 9{,}6$ kg den runden Werth $Q = 10$ kg zu Grunde, so wird man leicht erkennen, dafs von der Gesamtlast $P = 24\,000$ kg der Theil von 12 kg nicht durch Längsspannungen übertragen, sondern im Lastangriffspunkte von den Querkräften Q übernommen wird. 12 kg der Gesamtlast werden von dem Trägerwerk im Sinne eines auf Biegung beanspruchten Balkens auf die Auflagerpunkte übertragen.

Mathematisch genaue Ermittlung der sämtlichen Nebenspannungen sämtlicher einzelnen Stäbe eines beliebigen Fachwerks.

Die durch die auftretenden Nebenspannungen hervorgerufenen Verbiegungen der einzelnen Glieder eines Fachwerks beeinflussen sich gegenseitig. Will man daher diese Verbiegung und diese Nebenspannungen im streng mathematischen Sinne genau für ein einzelnes bestimmtes Fachwerkglied feststellen, so mufs man dieselben zugleich für die sämtlichen einzelnen Glieder feststellen, da die Verbiegung jedes einzelnen Gliedes eines in sich ge-

schlossenen Fachwerkes durch die noch unbekannte Verbiegung jedes einzelnen der übrigen Stäbe beeinflufst wird.

Zwei der vier allgemeinen Integrationsfestwerthe der allgemeinen Gleichung

$$EJ\frac{d^4y}{dx^4} - S\frac{d^2y}{dx^2} = 0$$

bezw. $$EJ\frac{d^4y}{dx^4} + K\frac{d^2y}{dx^2} = 0$$

sind der Natur der Sache nach dadurch bestimmt, dafs die Enden der Verbiegungscurve mit den Enden der Geraden, den Knotenpunkten zusammenfallen. Zwei zunächst Unbekannte bleiben also übrig, für die das Moment M_0 für $x = 0$, sowie die Querkraft Q gewählt werden kann. Alsdann ist, wenn für die auf die Gerade AB oder a bezogene Gleichung der Anfangspunkt A als Ursprung gewählt wird, die Gleichung der Verbiegung eindeutig bestimmt durch die Bedingungen, dafs für $x = 0$ und $x = a$ stattfindet $y = 0$, ferner $M = M_0$ für $x = 0$, und dafs eben Q gleich dem bestimmten Werth Q ist.

Sind also im Fachwerk t einzelne Stäbe vorhanden, so würden zunächst von vornherein $2t$ Unbekannte, also für ein statisch einfach bestimmtes Fachwerk von n Knotenpunkten $(2n-3)2$, für ein statisch unbestimmtes Fachwerk noch entsprechend mehr Unbekannte in den Gleichungen erscheinen.

Als Unbekannte, die in den Gleichungen augenscheinlich erhalten werden sollen, kann man anstatt der Gröfsen M, Q auch zwei andere, die elastische Linie bestimmende Festwerthe wählen, beispielsweise die beiden Festwerthe der beiden Endtangenten der elastischen Linie, und im Interesse der Vereinfachung der Rechnungen für ausgedehnte Fachwerke empfiehlt es sich, gerade diese beiden Werthe zu wählen, weil man alsdann imstande ist, mit leichter Mühe, durch die einfache Ausführung des Zusammenzählens oder Abziehens, die Unbekannten der sämtlichen Gleichungen auf die Anzahl n der Knotenpunkte des Fachwerks herabzumindern.

Weil in jedem Knotenpunkte alle Stab-Enden in unveränderlicher Richtung mit einander verbunden sind, so kommt jedem Knotenpunkte ein einziger, gemeinsamer Drehungswinkel zu, und alle Endtangenten der elastischen Verbiegungen sämtlicher in einem Knotenpunkt zusammenlaufender Stäbe sind bekannt, sobald einer unter diesen Werthen bekannt ist. Wir brauchen daher für jeden Knotenpunkt nur einen einzigen dieser elastischen Endwinkel als unbekannte Zahl einzuführen. Stellt Abb. 6 einen Knotenpunkt dar, bezeichnen die punktirten Lagen a, b, c die Verbindungsgeraden der Knotenpunkte des gespannten Trägers, $\alpha_1, \alpha_2 \ldots$ die zugehörigen Winkeländerungen, bezeichnen ψ_a, ψ_b, ψ_c die Endwinkel der elastischen Linien der einzelnen Stäbe, so ist, nach Mafsgabe der Bezeichnungen der Abb. 6

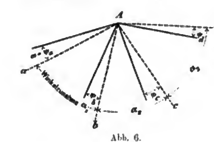


Abb. 6.

$$\psi_b = \psi_a + \alpha_1,$$
$$\psi_c = \psi_a + (\alpha_1 + \alpha_2),$$
$$\psi_d = \psi_a + (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3).$$

Wählt man daher einen einzigen bestimmten Winkel ψ, z. B. den Winkel $\psi_a = \omega$ als die unbekannte zu bestimmende Winkelgröfse der Verdrehung des betreffenden Knotenpunktes, so sind die sämtlichen Winkelgröfsen ψ des nämlichen Knotenpunktes an ω gebunden durch einfach lineare Form. Mithin werden, wenn für jeden Knotenpunkt ein einziger Winkel ω als augenscheinlich zu haltende Unbekannte gewählt wird, von vornherein die zu bestimmenden Unbekannten, sowohl für den statisch bestimmten, wie für den statisch unbestimmten Fachwerkträger, auf die Zahl n der Knotenpunkte ermäfsigt.

Bezeichne nun ψ_1, ψ_2, Abb. 7, den absoluten Werth des Winkels der Endtangenten eines elastisch verbogenen Stabes

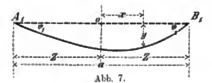


Abb. 7.

A_1B_1 oder a, so ist die analytische Gleichung dieser elastischen Verbiegungslinie, bezogen auf die Sehne A_1B_1, eindeutig bestimmt durch die vier Bedingungen, dafs in den Endpunkten A_1 und B_1 $y = 0$ ist und $\frac{dy}{dx}$ den Werthen ψ_1, ψ_2 an den Enden entsprechen mufs.

Wird der Mittelpunkt O des Stabes als Ursprung der Coordinaten gewählt, wird die Länge a der Stäbe allgemein mit $2z$ bezeichnet, so ergiebt sich für die gezogenen Stäbe die allgemeine Gleichung:

$$y = \frac{(\psi_1+\psi_2)}{2}\frac{(\mathfrak{Cof}\,\mu z - \mathfrak{Cof}\,\mu x)}{\mu\,\mathfrak{Sin}\,\mu z} + \frac{(\psi_1-\psi_2)}{2}\frac{(z\,\mathfrak{Sin}\,\mu x - x\,\mathfrak{Sin}\,\mu z)}{(\mu z\,\mathfrak{Cof}\,\mu z - \mathfrak{Sin}\,\mu z)}.$$

Diese Gleichung erfüllt also die vier Bedingungen für $x = \pm z$, $y = 0$; für $x = -z$, $\frac{dy}{dx} = +\psi_1$; für $x = +z$, $\frac{dy}{dx} = -\psi_2$, stellt also einen einfach gebogenen Stab dar, so lange eben die Zahlen ψ_1 und ψ_2 als positive Zahlen angesehen werden. Für den in Abb. 8 dargestellten Stab, der doppelte Verbiegung, Gegenverbiegung zeigt, würden in obiger Gleichung die Zahlen ψ_1 und ψ_2 nicht beide positive Zahlen darstellen, sondern die eine eine positive, die andere eine negative. Ob der bestimmte Einzelstab eines Fachwerks einfache oder doppelte Verbiegung

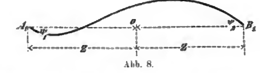


Abb. 8.

erleidet, kann nicht immer ohne weiteres von vornherein festgestellt werden, ergiebt sich vielmehr von selbst durch die Ausführung der Rechnung eben durch Feststellung der zunächst nicht bekannten Zahlen ψ_1, ψ_2.

Aus obiger Gleichung folgt:

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{(\psi_1+\psi_2)\,\mathfrak{Sin}\,\mu x}{2\,\mathfrak{Sin}\,\mu z} + \frac{(\psi_1-\psi_2)}{2}\frac{(\mu z\,\mathfrak{Cof}\,\mu x - \mathfrak{Sin}\,\mu z)}{(\mu z\,\mathfrak{Cof}\,\mu z - \mathfrak{Sin}\,\mu z)}$$

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{\mu(\psi_1+\psi_2)\,\mathfrak{Cof}\,\mu x}{2\,\mathfrak{Sin}\,\mu z} + \frac{\mu^2 z(\psi_1-\psi_2)\,\mathfrak{Sin}\,\mu x}{2(\mu z\,\mathfrak{Cof}\,\mu z - \mathfrak{Sin}\,\mu z)}$$

$$\frac{d^3y}{dx^3} = -\frac{\mu^2(\psi_1+\psi_2)\,\mathfrak{Sin}\,\mu x}{2\,\mathfrak{Sin}\,\mu z} + \frac{\mu^3 z(\psi_1-\psi_2)\,\mathfrak{Cof}\,\mu x}{2(\mu z\,\mathfrak{Cof}\,\mu z - \mathfrak{Sin}\,\mu z)}.$$

Mit Bezug auf $\mu^2 = \frac{S}{EJ}$ ergiebt sich:

$$Q = EJ\frac{d^3y}{dx^3} - S\frac{dy}{dx} = \frac{S(\psi_1 - \psi_2)\,\mathfrak{Sin}\,\mu z}{2(\mu z\,\mathfrak{Cof}\,\mu z - \mathfrak{Sin}\,\mu z)}.$$

Für $\psi_1 = \psi_2$, also für einen in Bezug auf die Mitte gleichmäfsig verbogenen Stab, ist mithin $Q = 0$.

Für das Biegungsmoment ergiebt sich der Werth:

$$M = S\left\{\frac{(\psi_1 + \psi_2)\,\mathfrak{Cof}\,\mu x}{2\mu\,\mathfrak{Sin}\,\mu z} - \frac{(\psi_1 - \psi_2) z\,\mathfrak{Sin}\,\mu x}{2(\mu z\,\mathfrak{Cof}\,\mu z - \mathfrak{Sin}\,\mu z)}\right\}$$

und daher für die Momente an den Enden, für $x = -z$ und $x = +z$:

$$M_{-z} = S\left\{\frac{(\psi_1 + \psi_2)\,\mathfrak{Cotg}\,\mu z}{2\mu} + \frac{(\psi_1 - \psi_2) z\,\mathfrak{Sin}\,\mu z}{2(\mu z\,\mathfrak{Cof}\,\mu z - \mathfrak{Sin}\,\mu z)}\right\}$$

$$M_{+z} = S\left\{\frac{(\psi_1 + \psi_2)\,\mathfrak{Cotg}\,\mu z}{2\mu} - \frac{(\psi_1 - \psi_2) z\,\mathfrak{Sin}\,\mu z}{2(\mu z\,\mathfrak{Cof}\,\mu z - \mathfrak{Sin}\,\mu z)}\right\}.$$

Für das Moment M_0 in der Mitte, das jedoch bei unsymmetrischer Verbiegung keineswegs einen Gröfst- oder Kleinstwerth darstellt, ergiebt sich:

$$M_0 = \frac{S(\psi_1 + \psi_2)}{2\mu\,\mathfrak{Sin}\,\mu z}.$$

Für die gedrückten Stäbe lauten die entsprechenden Gleichungen:

$$y = \frac{(\psi_1 + \psi_2)}{2}\frac{(\cos\mu_1 x - \cos\mu_1 z)}{\mu_1 \sin\mu_1 z} + \frac{(\psi_1 - \psi_2)}{2}\frac{(z \sin\mu_1 x - x \sin\mu_1 z)}{(\mu_1 z \cos\mu_1 z - \sin\mu_1 z)}$$

$$\mu_1^2 = \frac{K}{EJ},$$

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{(\psi_1 + \psi_2)\sin\mu_1 x}{2\sin\mu_1 z} + \frac{(\psi_1 - \psi_2)}{2}\frac{(\mu_1 z\cos\mu_1 x - \sin\mu_1 z)}{(\mu_1 z\cos\mu_1 z - \sin\mu_1 z)}$$

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{(\psi_1 + \psi_2)\mu_1\cos\mu_1 x}{2\sin\mu_1 z} - \frac{(\psi_1 - \psi_2)\mu_1^2 z\sin\mu_1 x}{2(\mu_1 z\cos\mu_1 z - \sin\mu_1 z)}$$

$$\frac{d^3y}{dx^3} = \frac{(\psi_1 + \psi_2)\mu_1^2\sin\mu_1 x}{2\sin\mu_1 z} - \frac{(\psi_1 - \psi_2)\mu_1^3 z\cos\mu_1 x}{2(\mu_1 z\cos\mu_1 z - \sin\mu_1 z)}.$$

Aus $EJ\frac{d^3y}{dx^3} + K\frac{dy}{dx} = Q$ ergiebt sich:

$$Q = -\frac{K(\psi_1 - \psi_2)\sin\mu_1 z}{2(\mu_1 z\cos\mu_1 z - \sin\mu_1 z)}.$$

Für das Biegungsmoment ergiebt sich der Werth:

$$M = K\left\{\frac{(\psi_1 + \psi_2)\cos\mu_1 x}{2\mu_1\sin\mu_1 z} + \frac{(\psi_1 - \psi_2) z\sin\mu_1 x}{2(\mu_1 z\cos\mu_1 z - \sin\mu_1 z)}\right\},$$

und daher für die Momente an den Enden:

$$M_{-z} = K\left\{\frac{\psi_1 + \psi_2}{2\mu_1}\operatorname{cotg}\mu_1 z - \frac{(\psi_1 - \psi_2) z\sin\mu_1 z}{2(\mu_1 z\cos\mu_1 z - \sin\mu_1 z)}\right\}.$$

$$M_{+z} = K\left\{\frac{\psi_1 + \psi_2}{2\mu_1}\operatorname{cotg}\mu_1 z + \frac{(\psi_1 - \psi_2) z\sin\mu_1 z}{2(\mu_1 z\cos\mu_1 z - \sin\mu_1 z)}\right\},$$

sowie für das Moment in der Mitte:

$$M_0 = \frac{K(\psi_1 + \psi_2)}{2\mu_1\sin\mu_1 z}.$$

Die bislang unbekannten Zahlenwerthe ψ der einzelnen Gleichungen sind aber bestimmt durch die Bedingung, dafs an jedem Knotenpunkte die Summe aller Momente $= 0$ ist. Schneidet man an jedem Knotenpunkte in unmittelbarer Nähe desselben alle Stäbe durch und läfst in den einzelnen Querschnitten die Momente M_{+z} wirken, so ist diese $\Sigma M_{\pm z}$ für jeden Knotenpunkt $= 0$.

Die n für die n Knotenpunkte sich ergebenden Gleichungen $\Sigma M_{\pm z} = 0$ bilden mithin n Bestimmungsgleichungen zur zahlenmäfsigen Ausrechnung der n, in den Werthen ψ enthaltenen, in der Abb. 9 in der verzerrten Darstellung der elastischen Verbiegung eines Trägers augenscheinlich gehaltenen unbekannten Werthe ω. Nach Bestimmung der Zahlenwerthe dieser n Unbekannten ω sind mithin sämtliche Gleichungen

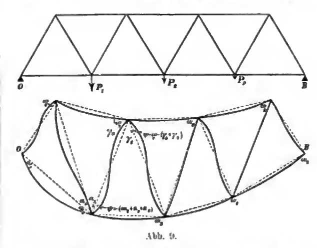


Abb. 9.

zahlenmäfsig festgestellt, und mithin ist für jeden Stab die Querkraft Q, sowie das Moment M, insbesondere also auch der Gröfstwerth dieses Momentes bekannt. Letzterer wird gefunden aus der Bedingung:

$$\mathfrak{Tg}\,\mu x = \frac{\psi_1 - \psi_2}{\psi_1 + \psi_2}\cdot\frac{\mu z\,\mathfrak{Sin}\,\mu z}{\mu z\,\mathfrak{Cof}\,\mu z - \mathfrak{Sin}\,\mu z},$$

$$\operatorname{tg}\mu x = \frac{\psi_1 - \psi_2}{\psi_1 + \psi_2}\cdot\frac{\mu_1 z\sin\mu_1 z}{\mu_1 z\cos\mu_1 z - \sin\mu_1 z}.$$

Mithin sind die Nebenspannungen aller einzelnen Stäbe mathematisch genau bestimmt.

Es würde nur zur vollständigen Durchführung einer allseitigen mathematischen Genauigkeit noch erübrigen, die Aenderungen der Gröfse der Hauptspannungen S, K festzustellen. Zu dem Zwecke kann man an jedem Knotenpunkte alle Stäbe durchschneiden und die Mittelkraft R aller in den Querschnitten wirkenden Querkräfte Q bestimmen und diese Mittelkraft R als für den Knotenpunkt neu hinzutretende Belastung auffassen, und alsdann die sämtlichen Spannungen S, K auf Grund der Gesamtbelastungen, wie bei einem Träger mit drehbaren Gelenken in gewöhnlicher Weise, wenn man genau rechnen will, nach den elastisch verschobenen Verbindungsgeraden berechnen.

Die Mittelkraft aller neu hinzutretenden Belastungskräfte R ist identisch $= 0$, weder eine endliche Kraft, noch eine unendlich kleine, unendlich ferne Kraft. Da für jeden Stab Q_z und Q_{-z}, in den Knotenpunktsquerschnitten wirkend, entgegengesetzt ist, so kann ΣR oder ΣQ keine endliche Kraft, höchstens ein Moment darstellen. Weil aber für jeden Stab bezüglich der in den Knotenpunktsquerschnitten wirkenden Momente, unter Berücksichtigung eines einheitlichen Drehungssinnes der Ebene, stattfindet: $Q{\cdot}a = -(M_{+z} + M_{-z})$, so kann, indem für jeden Knotenpunkt $\Sigma M_{\pm z} = 0$, mithin die Gesamtheit aller Werthe $M_{\pm z} = 0$, also auch $\Sigma Qa = 0$ ist, $\Sigma R = \Sigma Q$ auch kein Drehmoment vorstellen.

Einfache Ermittlung der Nebenspannungen einzelner Glieder eines Fachwerkes.

Die vollständige und strenge Durchführung der im vorstehenden beschriebenen genau mathematischen Ermittlung aller Nebenspannungen der sämtlichen einzelnen Glieder eines Fach-

werkträgers wird für die Bedürfnisse der Praxis keineswegs stets im vollen Umfange erforderlich sein. Der Praktiker will im allgemeinen lediglich wissen, ob die einzelnen Glieder seines Fachwerks nicht etwa unzulässig grofse Anspannungen infolge der auftretenden Verbiegungen erleiden könnten, er verlangt daher lediglich einen sicheren mathematischen Nachweis, dafs die auftreteneen Nebenspannungen jedenfalls unter einer bestimmten zulässigen Grenze bleiben müssen; im übrigen hat eine haarscharfe zahlenmäfsige Berechnung aller auftretenden kleinen Spannungen für die Bedürfnisse der Praxis meist wenig Zweck. Die Beantwortung der für die Praxis hochwichtigen Frage, ob in einem bestimmten Constructionsgliede unzulässig grofse Nebenspannungen auftreten werden oder nicht, kann hiernach wenigstens für viele Fälle auf dem einfacheren Wege angenäherter Berechnung der auftretenden Nebenspannungen erfolgen.

Die Aufstellung solcher angenäherten, aber für die Praxis vollständig ausreichenden Rechnungen hat sich zu gründen auf die Auffassung der allgemeinen Regel- und Gesetzmäfsigkeit, die in einem Trägersystem herrscht. Betrachten wir z. B. in Abb. 2, 3 und 9 die Durchbiegung der Knotenpunkte einer unteren geraden Gurtung, so können wir dieselbe in ihrer Gesamtheit als gesetzmäfsig gebildetes Polygon auffassen. Dieses Polygon hat für einen regel- und ordnungsmäfsig gebauten Träger keine einspringende Ecken; eine einspringende Ecke würde vielmehr in auffälliger Weise das Vorhandensein irgend eines groben Constructionsfehlers bekunden. Das Polygon der Durchbiegungen eines Trägers wird man zur Beurtheilung des Auftretens und der Vertheilung der Verbiegungen zweckmäfsig zeichnerisch im verzerrten Mafsstabe auftragen, indem man eben die Durchbiegungen in vielfach vergröfsertem Mafse darstellt. Die elastische Verbiegungscurve der vorher geraden Gurtung ist nun eine stetig und gesetzmäfsig durch die einzelnen Polygonecken verlaufende Curve. Aus ihrem gesetzmäfsigen Verlauf kann man nun von vornherein auf die Gröfse der Endtangenten ψ der elastischen Linien der einzelnen Gurtungsglieder schliefsen, weil die Tangenten der durch die Polygonecken gezogenen Gesamtcurve mit den einzelnen Polygonseiten eben diese elastischen Verbiegungswinkel ψ bilden.

Annähernd wenigstens hälften diese Tangenten die Winkelunterschiede η der einzelnen Polygonseiten. Je regelmäfsiger der Träger gebaut wurde und aus je mehr einzelnen Feldern er besteht, desto genauer wird das Hälften der Winkel η durch die Tangenten erfüllt sein. Zur Aufstellung einer annähernden Berechnung, die lediglich den Zweck des Nachweises der ungefähren wirklichen Gröfse der Nebenspannungen verfolgt, wird man daher, wenigstens in überaus vielen Fällen der Praxis, ohne weiteres die halben Werthe der Winkel η als Endtangenten ψ der Verbiegungen der einzelnen Gurtungsglieder wählen können.

Um daher die Nebenspannungen für das Gurtungsglied a_3 der Abb. 3 für sich von vornherein zu berechnen, kann man, wenn hier unter η_2, η_3 die bekannten absoluten Zahlen der Winkeländerungen der Knotenpunkte B_2, B_3 verstanden werden, wenigstens als annähernde Werthe setzen $\psi_1 = \frac{\eta_2}{2}$, $\psi_2 = \frac{\eta_3}{2}$ und alsdann mit den sofort bekannten Zahlenwerthen ψ_1, ψ_2 nach der Formel:

$$y = \frac{\psi_1 + \psi_2}{2} \cdot \frac{\mathfrak{Cof}\, \mu z - \mathfrak{Cof}\, \mu x}{\mu\, \mathfrak{Sin}\, \mu z} + \frac{\psi_1 - \psi_2}{2} \cdot \frac{z\, \mathfrak{Sin}\, \mu x - x\, \mathfrak{Sin}\, \mu z}{\mu z\, \mathfrak{Cof}\, \mu z - \mathfrak{Sin}\, \mu z}$$

rechnen.

Will man etwa hierbei, wenn es für die Praxis darauf ankommt, eine obere Grenze der Nebenspannungen festzustellen, die nicht überschritten wird, mit etwas Sicherheit rechnen, so kann man unter den beiden, für die Mittelfelder sowieso meist nicht sehr erheblich voneinander abweichenden Werthen $\frac{\eta_2}{2}$, $\frac{\eta_3}{2}$ den gröfsten Werth für den Winkel ψ gleichmäfsig für beide Enden des Stabes auswählen und alsdann nach der etwas einfacheren Formel:

$$y = \frac{\psi(\mathfrak{Cof}\, \mu z - \mathfrak{Cof}\, \mu x)}{\mu\, \mathfrak{Sin}\, \mu z}, \quad \frac{d^2 y}{dx^2} = -\frac{\psi \mu\, \mathfrak{Cof}\, \mu x}{\mathfrak{Sin}\, \mu z},$$

gröfster Werth $M_m = \frac{S}{\mu}\, \psi\, \mathfrak{Cotg}\, \mu z$ rechnen.

Die Annahme dieser einfachen Formel für die Verbiegung des Stabes schliefst die Auffassung in sich, dafs nur der Einflufs eines verbiegenden Momentes, nicht auch der Einflufs einer verbiegenden Querkraft Q angenommen wird. Für lange gezogene Stäbe ist $\mathfrak{Cotg}\, \mu z$ von 1 rechnerisch nicht verschieden, und man erhält für diesen Fall also die einfache Beziehung

$$M_m = \frac{S \psi}{\mu}.$$

Wird etwa, wie bei angenäherten, mathematisch zahlenmäfsig nicht vollständig genau festgestellten Berechnungen üblich ist, ein bestimmter zahlenmäfsiger Sicherheitsgrad der Rechnung gewünscht, so steht nichts im Wege, die in oben beschriebener Weise ermittelten wahrscheinlichsten Zahlenwerthe ψ_1, ψ_2 bezw. ψ um ein bestimmtes Mafs, also um etwa 10 bis 20 v. H. gröfser zu wählen. Für ein Mittelfeld einer an sich regelmäfsig gebauten Gurtung wird man hierbei jedoch in verständigen Grenzen sich halten müssen, da die Gesetzmäfsigkeit der Kräftevertheilung allzu erhebliche Abweichungen an und für sich ausschliefst.

Die nämliche Annäherungsrechnung bleibt auch für Glieder einer nicht geraden Gurtung, in gleicher Weise wie für Glieder einer geraden Gurtung gültig.

Beispielsweise würden für den Stab $H_2 H_3$ der Abbildung 3 die beiden Verbiegungswinkel $\psi_1 = \frac{\xi_2}{2} - \frac{(\gamma_3 + \gamma_4 + \gamma_5)}{2}$, $\psi_2 = \frac{\xi_3}{2} - \frac{(\gamma_6 + \gamma_7 + \gamma_8)}{2}$ gewählt werden können zur angenäherten, überschlägigen Berechnung der im Stabe entstehenden Biegungsspannungen.

Um nun auch für die die Gurtungen verbindenden Zwischenglieder die Nebenspannungen durch angenäherte Berechnung feststellen zu können, hat man nur zu beachten, dafs aus den Verdrehungswinkeln $\frac{\xi_2}{2}$, $\frac{\eta_2}{2}$ der verbogenen Gurtungen gegen die Polygonseiten auch ohne weiteres die elastischen Verbiegungswinkel ψ_1, ψ_2 eines die beiden Gurtungen verbindenden Stabes sich ergeben.

So würde für den Stab $H_2 B_2$ für die elastische Abweichung ψ_1 von der geraden Linie $H_2 B_2$ für den Endpunkt H_2 der Werth zu wählen sein:

$$\psi_1 = \frac{\xi_2}{2} - (\gamma_3 + \gamma_4) = -\frac{(\gamma_3 + \gamma_4 - \gamma_5)}{2}$$

oder

$$\psi_1 = \frac{\xi_2}{2} - \gamma_5 = +\frac{(\gamma_3 + \gamma_4 - \gamma_5)}{2},$$

je nachdem ψ_1 auf der einen oder der andern Seite als positive Abweichung der Richtung $H_2 B_2$ gemessen wird.

In gleicher Weise ergiebt sich für den Winkel ψ_2 am anderen Ende B_2 des Stabes der Werth

$$\psi_2 = \pm \frac{(\alpha_6 + \alpha_7 - \alpha_5)}{2}.$$

Allgemein sind die angenäherten Werthe der elastischen Endwinkel ψ der die Gurtungen verbindenden Stäbe die halben Unterschiede der algebraischen Summen der auf den beiden verschiedenen Seiten des Stabes liegenden Winkeländerungen α, γ des betreffenden Knotenpunktes.

Die Verbiegungen der die Gurtungen verbindenden Zwischenglieder bietet häufig das in Abb. 8 dargestellte Bild doppelter Verbiegung. Dasselbe entsteht, wenn der Stab an beiden Enden entgegengesetzt verbogen erscheint, die Zahlenwerthe ψ_1 und ψ_2, wenn die Winkel ψ_1 und ψ_2 auf derselben Stabseite gemessen wurden, entgegengesetztes Vorzeichen zeigen.

Bezeichnen nun ψ_1 und ψ_2 die absoluten Zahlen der Endtangenten ψ eines doppelt gebogenen gezogenen Stabes der Abb. 8, so hat man denselben also nach der Formel:

$$y = \frac{(\psi_1 - \psi_2)}{2} \frac{(\operatorname{Cof} \mu z - \operatorname{Cof} \mu x)}{\mu \operatorname{Sin} \mu z} + \frac{(\psi_1 + \psi_2)}{2} \frac{(z \operatorname{Sin} \mu x - \operatorname{Sin} \mu z)}{(\mu z \operatorname{Cof} \mu z - \operatorname{Sin} \mu z)}$$

zu berechnen, woraus folgt:

$$M = S \left\{ \frac{(\psi_1 - \psi_2) \operatorname{Cof} \mu x}{2 \mu \operatorname{Sin} \mu z} - \frac{(\psi_1 + \psi_2) z \operatorname{Sin} \mu x}{2 (\mu z \operatorname{Cof} \mu z - \operatorname{Sin} \mu z)} \right\}$$

$$Q = \frac{\psi_1 + \psi_2}{2} \frac{\operatorname{Sin} \mu z}{\mu z \operatorname{Cof} \mu z - \operatorname{Sin} \mu z}.$$

Für zweifach verbogene Stäbe der Abb. 8 ist daher Q nie $= 0$.

Für gedrückte zweifach gebogene Glieder der Abb. 8 gilt die Formel:

$$y = \frac{(\psi_1 - \psi_2)}{2} \frac{(\cos \mu_1 x - \cos \mu_1 z)}{\mu_1 \sin \mu_1 z} + \frac{(\psi_1 + \psi_2)}{2} \frac{(z \sin \mu_1 x - x \sin \mu_1 z)}{(\mu_1 z \cos \mu_1 z - \sin \mu_1 z)}$$

woraus folgt:

$$M = K \left\{ \frac{(\psi_1 - \psi_2) \cos \mu_1 x}{2 \mu_1 \sin \mu_1 z} + \frac{(\psi_1 + \psi_2)}{2} \frac{z \sin \mu_1 x}{\mu_1 z \cos \mu_1 z - \sin \mu_1 z} \right\}$$

$$Q = -K \frac{(\psi_1 + \psi_2) \sin \mu_1 z}{2 (\mu_1 z \cos \mu_1 z - \sin \mu_1 z)}.$$

Verzeichnifs der im preufsischen Staate und bei Behörden des deutschen Reiches angestellten Baubeamten.

(Am 20. December 1897.)

I. Im Ressort des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten.

A. Beim Ministerium.

Schroeder, Ober-Baudirector, Ministerial-Director der Abtheilung für die technischen Angelegenheiten der Verwaltung der Staats-Eisenbahnen.

a) Vortragende Räthe.

Kummer, Ober-Baudirector, Professor.
Hinckeldeyn, desgl.
Baensch, Kaiserl. Wirklicher Geheimer Rath, Excellenz.
Adler, Wirklicher Geheimer Ober-Baurath, Professor.
Kozlowski, Geheimer Ober-Baurath.
Nath, desgl.
Dresel, desgl.
Lange, desgl.
Wichert, desgl.
Zastrau, desgl.
Keller (A.), desgl.
Dr. Zimmermann, desgl.
Ehlert, desgl.
Lex, desgl.
Schneider, desgl.
Müller (Karl), Geheimer Baurath.
Koch, desgl.
Schwering, desgl.
Blum, desgl.
Wiesner, desgl.
Eggert, desgl.
Thür, desgl.
Wetz, Grofsherzogl. hess. Geheimer Baurath.
Sarrazin, Geheimer Baurath.
Fülscher, desgl.
Thoemer, desgl.

Hülfsarbeiter.

v. Doemming, Geheimer Baurath.
Pescheck, desgl.
Tiemann, desgl.
Hefsfeld, Regierungs- und Baurath.
Germelmann, desgl.
Nitschmann, desgl.
Koller (H.), desgl., Vorsteher des Bureaus des Ausschusses zur Untersuchung der Wasserverhältnisse in den der Ueberschwemmung besonders ausgesetzten Flufsgebieten.
Demschke, Regierungs- und Baurath.
Falke, desgl.
Eger, desgl.
Hellmuth, Baurath, Wasser-Bauinspector.
Schelkmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Wolff, Wasser-Bauinspector.

b) Im technischen Bureau der Abtheilung für die Eisenbahn-Angelegenheiten.

Nitschmann, Regierungs- u. Baurath, Vorsteher des Bureaus, s. auch vorher.
Wittfeld, Eisenbahn-Bauinspector.
Faust, desgl.
Baltzer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Schepp, desgl.
Labes, desgl.
Zschirnt, desgl.
Berndt, desgl.
Heegen, desgl.
Herzog, desgl.

c) Im technischen Bureau der Abtheilung für das Bauwesen.

Saal, Regierungs- u. Baurath, Vorsteher des Bureaus.
Wiethoff, Baurath, Land-Bauinspector.
Lodemann, Bauinspector.
Grunert, Land-Bauinspector.
Maas, desgl.
Lierau, Wasser-Bauinspector.
Solhorst, Land-Bauinspector.
Astfalck, desgl.
Prüsmann, Wasser-Bauinspector.
Uber, Land-Bauinspector.
Papke, Wasser-Bauinspector.
Rüdell, Land-Bauinspector.
Adams, Bauinspector.
Schneider (Hermann), Wasser-Bauinspector.
Bürde, Land-Bauinspector.
Schultze (Richard), desgl.
Roloff (Paul), Wasser-Bauinspector.

B. Bei den Königlichen Eisenbahn-Directionen.

1. Königliche Eisenbahn-Direction in Altona.

Jungnickel, Präsident.

Directionsmitglieder:

Taeglichsbeck, Ober-Baurath.
Caesar, Regierungs- und Baurath.
Haafs, Eisenbahndirector.
Rofskothen, Regierungs- und Baurath.
Nöh, Eisenbahndirector.
Kaerger, Regierungs- und Baurath.
Sprengell, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bau- oder Maschinen-Inspectoren bei der Direction:

Schwartz, Eisenbahn-Bauinspector.
Schayer, Eisenbahn-Maschineninspector.
Cauer, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.

Schrader, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Ratzeburg.
v. Borries, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Gravenstein.
Burgund, desgl. in Kiel.
Wendenburg, desgl. in Ratzeburg.
Merkel, desgl. in Gravenstein.
Linke, desgl. in Ratzeburg.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Berlin 9: Zinkeisen, Eisenbahndirector.
Flensburg 1: Schreinert, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
„ 2: Fülscher, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Glückstadt: Goldbeck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Hamburg 1: Strasburg, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
„ 2: Kaufmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Husum: Büchting, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Kiel: Ehrenberg, Regierungs- u. Baurath.
Ludwigslust: Köhr, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Neumünster: Holverscheit, Regierungs- u. Baurath.
Oldesloe: Schreiber, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Wittenberge: Settgast, Regier.- u. Baurath.

Maschineninspectionen:

Flensburg: Reinert, Eisenbahndirector.
Glückstadt: Rohde, Eisenbahndirector.
Hamburg: Brandt, Eisenbahndirector.
Kiel: Steinbifs, Eisenbahndirector.
Wittenberge: Reppenhagen, Eisenbahn-Bauinspector.

Werkstätteninspectionen:

Neumünster: Schneider, Eisenbahndirector.
Wittenberge: Traeder, Eisenb.-Bauinspector.

Telegrapheninspection Altona:
Staudt, Eisenbahn-Bauinspector.

2. Königliche Eisenbahndirection in Berlin.

Directionsmitglieder:

Dr. zur Nieden, Ober-Baurath.
Werchan, Geheimer Baurath.
Housselle, desgl.
Schwartz, Regierungs- und Baurath.
Heafsengier, desgl.
Lemfried, Geheimer Baurath.
Rustemeyer, Eisenbahndirector.
Garbe, desgl.
Berk, desgl.
Grapow, Regierungs- und Baurath.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bauinspectoren bei der Direction:

Borchart, Eisenbahn-Bauinspector.
Klinke, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector.
v. Milewski, desgl.
Irmisch, desgl.

Kaupe, Eisenb.-Bau- und Betriebsinspector in Berlin.
Baur, desgl. in Berlin.
Schneider, desgl. in Berlin.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Berlin 1: Gantzer, Regier.- u. Baurath.
" 2: von den Bercken, desgl.
" 3: Meyer (Alfred), Eisenbahndirector.
" 4: v. Schütz, Regierungs- und Baurath.
" 5: Beil, desgl.
" 6: Bathmann, desgl.
" 7: Herr (Arthur), desgl.
" 8: Petri, desgl.
" 16: Beedecker, desgl.
Frankfurt a/O. 1: Wembsganfs, Regierungs- und Baurath.

Maschineninspectionen:

Berlin 1: Meyer (Max), Eisenb.-Bauinsp.
" 2: Gilles, desgl.
" 3: Gerlach, desgl.
" 5: Daunert, desgl.

Werkstätteninspectionen:

Berlin 1: Patrunky, Eisenb.-Bauinspector.
Sachse, desgl.
" 2: Wenig (Karl), Eisenb.-Director.
Uhlmann, Eisenbahn-Maschineninspector.
Frankfurt a/O.: Liepe, Regier.- und Baurath.
" Holzbecher, Eisenb.-Bauinspector.
Grunewald: Herr (Friedrich), Regier.- und Baurath.
" Vocke, Eisenbahndirector.
Guben: Fraenkel, Eisenb.-Bauinspector.
Potsdam: Schumacher, Eisenb.-Director.
Tempelhof: Schlesinger, Eisenb.-Director.
" Greenewaldt, Eisenb.-Bauinsp.

3. Königliche Eisenbahndirection in Breslau.

Directionsmitglieder:

Wilde, Ober-Baurath.
Kirsten, Geheimer Baurath.
Meyer (James), Eisenbahndirector.
Deulin, desgl.
Bindemann, desgl.
Urban, Regierungs- und Baurath.
Sertig, desgl.
Wagner, Eisenbahndirector.
Hinrichs, desgl.
Schmedes, Regierungs- und Baurath.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bauinspectoren bei der Direction:

Storck, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Eberlein, desgl.
Rücker, desgl.
Schromke, Eisenbahn-Bauinspector.
Weckmann, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinsp.

Kressin, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector in Breslau.
Galmert, desgl. in Breslau.
Smierzchalski, desgl. in Neifse.
Herr (Johannes), desgl. in Breslau.
Klüsche, desgl. in Schweidnitz.
Hammer, desgl. in Breslau.
Franzen, desgl. in Glogau.
Isermeyer, desgl. in Breslau.
Merhold, desgl. in Glatz.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Breslau 1: Wiegand (Eduard), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
" 2: Luniatschek, desgl.
Breslau 3: Sugg, Regierungs- und Baurath.
" 4: Mertens, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Glatz: Kemerek, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector.
Glogau 1: Lehmeyer, Regierungs- u. Baurath.
Görlitz 1: Rieken, Regierungs- u. Baurath.
" 2: Backs, desgl.
Hirschberg: Winter (Franz), Regierungs- und Baurath.
Liegnitz 1: Kieckhöfer, Regierungs- und Baurath.
" 2: Schroeter, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Neifse 1: Pritzel, Eisenbahndirector.
" 2: Buchholz (Richard), Regierungs- und Baurath.
Sorau: Schubert, Eisenbahndirector.
Waldenburg: Schwidtal, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Maschineninspectionen:

Breslau 1: Seidl, Eisenbahndirector.
" 2: Kuntze, Regierungs- u. Baurath.
Glogau: Schiwon, Eisenbahndirector.
Görlitz: Suck, Eisenbahndirector.
Neifse: v. Bichowsky, Eisenbahn-Bauinspector.

Werkstätteninspectionen:

Breslau 1: Bachmann, Eisenb.-Bauinspect.
" Polle, desgl.
Kosinski, Eisenbahn-Maschineninspector.
" 2: Brüggemann, Regierungs- und Baurath.
" 3: Melcher, Eisenbahn-Maschineninspector.
" 4: Daus, Eisenbahn-Bauinspector.
Lauban: Demann, Eisenb.-Bauinspector.

4. Königliche Eisenbahndirection in Bromberg.

Directionsmitglieder:

Frankenfeld, Ober-Baurath.
Rohrmann, Geheimer Baurath.
Schlemm, Regierungs- u. Baurath.
Pfützenreuter, desgl.
Schüler, desgl.

Eisenbahn-Bau- bezw. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspectoren bei der Direction:

Wüstnei, Eisenbahn-Bauinspector.
Wollwitz, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Bindel, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Cüstrin.
Leipziger, desgl. in Strasburg, Westpr.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Bromberg 1: Geege, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
" 2: Kroeber, desgl.
Cüstrin: Scheibner, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Inowrazlaw 1: Dietrich, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
" 2: Rosenberg desgl.
Nakel: Weise (Karl), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Posen 1: Viereck (Karl), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Schneidemühl 1: Jeran, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
" 2: Freudenfeldt, desgl.
Stargard 1: Beuer, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Thorn 1: Grevemeyer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Maschineninspectionen:

Bromberg: Vofskühler, Eisenbahndirector.
Schneidemühl 1: Glimm, Eisenbahn-Bauinspector.
" 2: Unger, desgl.
Thorn: Knechtel, Eisenbahn-Bauinspector.

Werkstätteninspectionen:

Bromberg: Schmidt (Erich), Regierungs- u. Baurath.
" Lang, Eisenbahn-Bauinspector.

5. Königliche Eisenbahndirection in Cassel.

Directionsmitglieder:

Bolleuff, Ober-Baurath.
Schmidt (Karl), Geheimer Baurath.
Zickler, Regierungs- und Baurath.
Hövel, desgl.
Brünjes, Geheimer Baurath.
Jacobi, Regierungs- und Baurath.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bauinspectoren bei der Direction:

Wegner (Armin), Eisenbahn-Bauinspector.
Dannerberg, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Müller (Karl), Eisenbahn-Bauinspector.

Lauer, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Cassel.
Hentzen, desgl. in Cassel.
Michaelis (Adalbert), desgl. in Worbis.
Pietig, desgl. in Cassel.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Arnsberg: Maas, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Cassel 1: Boehme, Reg.- u. Baurath.
„ 2: Beckmann, desgl.
„ 3: Prins, desgl.
Eschwege: Kiesgen, Reg.- und Baurath.
Göttingen 1: Löhr, Regierungs- u. Baurath.
„ 2: Bassel, desgl.
Marburg: Borggreve, Regierungs- und Baurath.
Nordhausen 1: Fenkner, Reg.- und Baurath.
Northeim: Lottmann, Regierungs- und Baurath.
Seesen: Peters (Friedrich), Eisenbahndirect.
Warburg: Boecker, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.

Maschineninspectionen:

Cassel 1: Vockrodt, Eisenbahndirector.
„ 2: Urban, desgl.
Göttingen: Herrmann, Reg.- u. Baurath.
Nordhausen: Uhlenhuth, Reg.- u. Baurath.

Werkstätteninspectionen:

Arnsberg: Busmann, Eisenb.-Bauinsp.
Cassel: Maercker, Eisenbahndirector.
Göttingen: Trapp, Eisenbahndirector.

Telegrapheninspection Cassel:

Hoefer, Eisenbahn-Bauinspector.

6. Königliche Eisenbahndirection in Danzig.

Directionsmitglieder:

Neitzke, Ober-Baurath.
Sprenger, Regierungs- und Baurath.
Holzheuer, Geheimer Baurath.
Kistenmacher, Regierungs- und Baurath.
Seliger, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bauinspectoren bei der Direction:

Glasewald, Eisenbahn-Bauinspector.
Merleh, Eisenb.-Bau- und Betriebsinspector.

Mahler, Eisenb.-Bau- und Betriebsinspector in Konitz.
Peters, desgl. in Bütow.
Weiss, desgl. in Marienwerder.
Schultze (Ernst), desgl. in Carthaus.
Ehrich, desgl. in Lauenburg.
Steckfisch, desgl. in Lauenburg.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Danzig: Deufel, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Dirschau 1: Dyrssen, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
„ 2: Landsberg, desgl.
Graudenz 1: Struck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
„ 2: Gette, Regierungs- u. Baurath.
Konitz 1: Capelle, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
„ 2: Schlegelmilch, desgl.
Neustettin: Estkowski, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Stolp 1: Brill, Regierungs- u. Baurath.
„ 2: Multhaupt, desgl.
Thorn 2: Schlonski, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.

Maschineninspectionen:

Dirschau: Weinnoldt, Eisenbahn-Bauinspector.
Graudenz: Elbel, Eisenbahn-Bauinspector.
Stolp: Kuchertl, Eisenbahn-Bauinspector.

Telegrapheninspection Danzig:

Gadow, Eisenbahn-Bauinspector.

7. Königliche Eisenbahndirection in Elberfeld.

Directionsmitglieder:

von den Bergh, Ober-Baurath.
Brewitt, Geheimer Baurath.
Meyer (Robert), Eisenbahndirector.
Clausnitzer, Reg.- und Baurath.
Hoeft, desgl.
Rettberg, desgl.
Ulrich, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bauinspectoren bei der Direction:

Simon, Eisenbahn-Bauinspector.
Denkhaus, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Bergkammer, desgl.
Brosenius, desgl.

Hansen, Eisenb.-Bau- und Betriebsinspector in Unna.
Christoffel, desgl. in Elberfeld.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Altena: Werren (Maximilian), Eisenb.-Bau- und Betriebsinspector.
Köln-Deutz 1: Solle, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Düsseldorf 1: Plott, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
„ 2: Demonget, Reg.- u. Baurath.
„ 3: Blunck (Friedrich), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Elberfeld: Brandt, Reg.- und Baurath.
Hagen 1: Heeser, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
„ 2: Müller (Philipp), Eisenbahndirector.
„ 3: Berthold, Regierungs- und Baurath.
Lennep: Stampfer, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Siegen: Philippi, Eisenbahndirector.

Maschineninspectionen:

Altena: Wehner, Eisenb.-Bauinspector.
Düsseldorf: Büscher, Eisenbahn-Bauinspector.
Elberfeld: Eckardt, Eisenbahn-Bauinspector.
Hagen: Fank, Eisenbahndirector.

Werkstätteninspectionen:

Langenberg: Echternach, Eisenbahn-Bauinspector.
Siegen: Grauhan, Eisenbahn-Bauinspector.

8. Königliche Eisenbahndirection in Erfurt.

Directionsmitglieder:

Dircksen, Ober-Bau- und Geh. Reg.-Rath.
Lochner, Geheimer Baurath.
Sattig, desgl.
Gresse, desgl.
Rücker, Eisenbahndirector.
Schwedler (Gustav), Regierungs- u. Baurath.
Crüger, desgl.
Schellenberg, desgl.

Eisenbahn-Bauinspector bei der Direction:

Teuscher, Eisenbahn-Bauinspector.

Bader, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Gotha.
Spannagel, desgl. in Leutzsch.
Schaeffer (Bernhard), desgl. in Graefenthal.
Schwarz (Karl), desgl. in Sondershausen.
Falk, desgl. in Coburg.
Michelsohn, desgl. in Weimar.
Schaefer (Johannes), desgl. in Naumburg a. S.
Ritter, desgl. in Jena.
Pusch, desgl. in Weifsenfels.
Stromeyer, desgl. in Saalfeld.
Bulle, desgl. in Marxgrün.
Klutmann, desgl. in Schwarzburg.
Habnzeg, desgl. in Köppelsdorf.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Arnstadt: Merten, Regierungs- u. Baurath.
Coburg: Wittich, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Erfurt 1: Beie, Regierungs- u. Baurath.
„ 2: Middendorf, desgl.
Gera: Matthes, Regierungs- u. Baurath.
Gotha 1: Manskopf, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
„ 2: Niese, Regierungs- und Baurath.
Jena: Hüttig, Eisenbahndirector.
Leipzig 1: Fahrenhorst, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Meiningen: Essen, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Saalfeld: Hauer, Regierungs- u. Baurath.
Weimar: Baeseler, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Weifsenfels: Bens, Regierungs- u. Baurath.

Maschineninspectionen:

Erfurt: Kunze (Bruno), Eisenbahn-Bauinspector.
Jena: Brettmann, Eisenbahndirector.
Meiningen: Martiny, Eisenb.-Maschineninspector.
Weifsenfels: Meyer (August), Eisenbahndirector.

Werkstätteninspectionen:

Erfurt: Leitzmann, Eisenb.-Bauinspector.
Gotha: Schwahn, Eisenbahndirector.

9. Königliche Eisenbahndirection in Essen a. Ruhr.

Directionsmitglieder:

Meifsner, Ober-Baurath.
Haarbeck, Geheimer Baurath.

Pilger, Regierungs- und Baurath.
Oestreich, Eisenbahndirector.
Klinge, Regierungs- und Baurath.
Kohn, Eisenbahndirector.
Schmitz, desgl.
Hesse, Regierungs- und Baurath.
Goldkuhle, desgl.

Boy, Eisenbahn-Bauinspector, Vorstand des Abnahme-Amts.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bauinspectoren bei der Direction:

Auffermann, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Weule, Eisenbahn-Bauinspector.
Grimm, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Lüpke, desgl.

Karsch, Regierungs- und Baurath in Essen.
Grofsjohann, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Bochum.
Zieger, desgl. in Duisburg.
Beermann, desgl. in Kupferdreh.
Jaspers, desgl. in Duisburg.
Meyer (Emil), desgl. in Essen.
Schaefer (Heinrich), desgl. in Essen.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Bochum: Stuhl, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Dortmund 1: Buchholtz (Wilhelm), Regierungs- und Baurath.
„ 2: Hanke, desgl.
„ 3: Kuhlmann, desgl.
Duisburg 1: Sigle, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
„ 2: Gebor, desgl.
Essen 1: Löbbecke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
„ 2: Henze, desgl.
„ 3: Schorre, desgl.
„ 4: Sommerfeldt, Regierungs- und Baurath.

Maschineninspectionen:

Dortmund: Attern gen. Othegraven, Eisenbahndirector.
Duisburg: Levy, Eisenbahn-Bauinspector.
Essen 1: Bergerhoff, Eisenbahn-Bauinspector.
„ 2: Schmedding, Regierungs- u. Baurath.

Werkstätteninspectionen:

Dortmund 1: Müller (Gustav), Eisenbahndirector.
Cordes, Eisenb.-Bauinspector.
„ 2: Sürth, Eisenbahndirector.
Oberhausen: Wolfen, Eisenbahn-Bauinspector.
Speldorf: (z. Zt. unbesetzt.)
Witten: Wittmann, Eisenbahndirector.
„ Boecker, desgl.
„ Göbel, Eisenb.-Bauinspector.

Telegrapheninspection Oberhausen.
Römer, Eisenbahn-Bauinspector.

10. Königliche Eisenbahndirection in Frankfurt a. Main.

Directionsmitglieder:

Knoche, Ober-Baurath.
Persch, Geheimer Baurath.
Ruland, Geheimer Baurath.
Fischer, desgl.
Siewert, desgl.
Hoffmann, Regierungs- und Baurath (z. Zt. im Minist. d. öff. Arb.).
Rimrott, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspectoren bei der Direction:

Rübsamen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Schwarz (Hans), desgl.
Herstmann (Karl), desgl.
Oesten, desgl.

Matthaei, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Lauterbach.
Horstmann (Wilhelm), desgl. in Giefsen.
Petri, desgl. in Wiesbaden.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Köln-Deutz 2: Meutzel, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Frankfurt a/M. 1: Stündeck, Regierungs- u. Baurath.
„ 2: Coulmann, desgl.
Fulda 1: Schmalz, Regier.- u. Baurath.
„ 2: Henning, desgl.
Giefsen 1: Schoberth, Grofsherzogl. hessischer Eisenbahndirector.
„ 2: Roth, Grofsherzogl. hessischer Regierungs- und Baurath.
Limburg: Klimberg, Regier.- u. Baurath.
Neuwied 2: Schugt, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Wetzlar: Dr. v. Ritgen, Regierungs- und Baurath.
Wiesbaden 1: Thomsen, Regierungs- und Baurath.
2: Barzen, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.

Maschineninspectionen:

Frankfurt a/M.: Grimke, Eisenbahn-Bauinspector.
Giefsen: Richter, Regier.- u. Baurath.
Limburg: Braun, Eisenbahndirector.
Wiesbaden: Ingenohl, Eisenbahndirector.

Werkstätteninspectionen:

Betzdorf: Krause (Paul), Eisenbahn-Bauinspector.
Frankfurt a/M.: Oehlert, Eisenbahndirector.
Fulda: Kirchhoff (August), Eisenbahn-Maschineninspector.
Limburg: Kirchhoff (Karl), Regierungs- und Baurath.

11. Königliche Eisenbahndirection in Halle a. Saale.

Directionsmitglieder:

Abraham, Ober-Baurath.
Reuter, Geheimer Baurath.
Neumann, desgl.
Reck, Eisenbahndirector.
Bischof, Regierungs- und Baurath.
Herzog, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bauinspectoren bei der Direction:

Glasenapp, Eisenbahn-Bauinspector.
Samans, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector.
Moeser, desgl.

Holtmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Bitterfeld.
Waechter, desgl. in Königs-Wusterhausen.
Schnock, desgl. in Storkow.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Berlin 10: Bothe, Regierungs- u. Baurath.
„ 11: Böttcher, desgl.
„ 12: Stuertz, desgl.
„ 13: Schwedler (Richard), Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Cottbus 1: Sachse, Eisenbahndirector.
„ 2: Mafsmann, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
„ 3: Lehmann (Otto), desgl.
Dessau 1: Loycke, Regierungs- u. Baurath.
„ 2: Hesse, Eisenbahndirector.
Güsten: Sannow, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Halle: Blumenthal, Regierungs- und Baurath.
Hoyerswerda: Elten, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Leipzig 2: Dorner, Regierungs- u. Baurath.
Nordhausen 2: Baehrecke, Regierungs- u. Baurath.
Wittenberg: Müller (Arthur), Eisenbahndirector.

Maschineninspectionen:

Berlin 4: Hossenfelder, Regierungs- u. Baurath.
Cottbus: Bruck, Eisenbahn-Bauinspector.
Dessau: Wenig (Robert), Eisenbahndirector.
Halle: Stephan, Eisenbahndirector.

Werkstätteninspectionen:

Cottbus: Neugebaur, Eisenb.-Bauinspector.
Halle: Monjé, Eisenbahndirector.

12. Königliche Eisenbahndirection in Hannover.

Directionsmitglieder:

v. Rutkowski, Ober-Baurath.
Uhlenhuth, Geheimer Baurath.
Maret, desgl.
Claus, Regierungs- und Baurath.
Schaefer, Eisenbahndirector.
Frederking, desgl.
Thelen, Regierungs- und Baurath.
Alken, desgl.
Goepel, Eisenbahndirector.
v. Borries, Regierungs- und Baurath.

Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspectoren bei der Direction:

Meyer (Ignaz), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Diesel, desgl.
Falkenstein, desgl.
Laspe, desgl.
Hoyer, desgl.
Hartwig, desgl.

Krekeler, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Lübbecke.
Frahm, desgl. in Hameln.
Meyer (August W.), desgl. in Sulingen.
Rhode, desgl. in Bremervörde.
Schacht, desgl. in Harburg.
Loeffel, desgl. in Geestemünde.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Bielefeld: Ruegenberg, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Bremen 1: Richard (Franz), Regierungs- und Baurath.
„ 2: Everken, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Geestemünde: Kohé, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Hameln 1: Nohturfft, Regierungs- und Baurath.
„ 2: Jauensch, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Hannover 1: Blanck (Christian), Regier.- u. Baurath.
„ 2: May, desgl.
„ 3: Fuhrberg (Konrad), desgl.
Harburg 1: v. Hein, Eisenbahndirector.
„ 2: Müller (Johannes), Regier.- und Baurath.
„ 3: Sauerwein, Eisenbahndirector.
Hildesheim: Hahn, Regierungs- u. Baurath.
Minden: Rhotert, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Uelzen: Recke, Eisenbahndirector.

Maschineninspectionen:

Bremen: Hoffmann, Eisenbahn-Bauinspector.
Hameln: Schmidt (Hugo), Eisenb.-Bauinspector.
Hannover: Risor, Regierungs- u. Baurath.
Harburg: Patté, Eisenbahn-Bauinspector.
Minden: Lutterbeck, Eisenbahndirector.

Werkstätteninspectionen:

Bremen: Dege, Eisenbahndirector.
Harburg: Hauhitz, Eisenb.-Bauinspector.
Leinhausen: Thiele, Eisenbahndirector.
Meinhardt, Eisenbahn-Bauinspector.
Erdbrink, desgl.

13. Königliche Eisenbahndirection in Kattowitz.

Directionsmitglieder:

N. N., Oberbaurath (z. Zt. unbesetzt).
Brauer, Regierungs- und Baurath.
Klopsch, Eisenbahndirector.
Robentisch, Regierungs- und Baurath
Werner, desgl.
Schürmann, desgl.
Stölting, desgl.
Siegel, desgl. (auftrw.)

Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspectoren bei der Direction:

Heufemann, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Degner, desgl.

Brosnbe, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Kattowitz.
Brenstin, desgl. in Oppeln.
Biedermann, desgl. in Beuthen O/S.
Barschdorff, desgl. in Tarnowitz.
Eggebrecht, desgl. in Beuthen O/S.
Mortensen, desgl. in Kreuzburg.
Lepère, desgl. in Kattowitz.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Beuthen O/S. 1: Günther, Regierungs- und Baurath.
„ 2: Junghann, Eisenb.-Bau- und Betriebsinspector.
Gleiwitz 1: Vofs, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
„ 2: Bufsmann (Franz), desgl.
Kattowitz: Schwandt, Regierungs- und Baurath.
Kreuzburg: Spirgatis, Regierungs- u. Baurath.
Oppeln 1: (z. Zt. unbesetzt).
„ 2: Sommerkorn, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Ratibor 1: Korth, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
„ 2: Gelbcke, desgl.
Tarnowitz: Stimm, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Maschineninspectionen:

Kattowitz: Wolff (Fritz), Eisenbahn-Bauinspector.
Oppeln: Hoy, Eisenb.-Maschineninspector.
Ratibor: Rumpf, Eisenb.-Maschineninspector.

Werkstätteninspection Gleiwitz:

Loch, Eisenbahn-Bauinspector.

Telegrapheninspection Kattowitz:

Kabler, Eisenbahn-Bauinspector.

14. Königliche Eisenbahndirection in Köln.

Directionsmitglieder:

Jungbecker, Ober-Baurath.
Spoerer, Geheimer Baurath.
Schilling, desgl.
Schaper, desgl.
Wessel, Regierungs- und Baurath.
Esser, Eisenbahndirector.
Rennen, Regierungs- und Baurath.
Köhne, desgl. (zugetheilt der Kais. Deutschen Botschaft in St. Petersburg).

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bauinspectoren bei der Direction:

Hin, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Wolf (Hermann), desgl.
de Haas, Eisenbahn-Bauinspector.
Curth, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspect.
Marcuse, desgl.
von Busekist, desgl.
Prött, desgl.

Lehmann (Friedrich), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Köln.
Bonfer, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspect. in Coblenz.
Schmale, desgl. in Crefeld.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Aachen 1: Leonhard, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
„ 2: Roth, desgl.
Coblenz: Viereck (Ferdinand), Regierungs- und Baurath.
Köln 1: Lohse, Regierungs- u. Baurath.
„ 2: Kiel, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Crefeld 1: Weise (Eugen), Regierungs- u. Baurath.
„ 2: Lehmann (Hans), Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
„ 3: Berger, Regierungs- u. Baurath.
Euskirchen: Rothmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Jülich: Kullmann, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Neuwied 1: Grothe, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Maschineninspectionen:

Aachen: Keller, Eisenbahndirector.
Köln: Hellmann, Eisenbahn-Bauinspector.
Köln-Deutz: Kloos, Eisenb.-Bauinspector.
Crefeld: Becker, Eisenb.-Bauinspector.

Werkstätteninspectionen:

Köln (Nippes): Mayr, Regierungs- u. Baurath.
„ „ Stand, Eisenbahn-Bauinspector.
Crefeld: Memmert, Eisenbahndirector.
Deutzerfeld: Schiffers, Eisenbahndirector.
Oppum: Dan, Eisenbahn-Bauinspector.

15. Königliche Eisenbahndirection in Königsberg i. Pr.

Directionsmitglieder:

Grofsmann, Ober-Baurath.
Reichmann, Eisenbahndirector.
Troibich, Regierungs- und Baurath.
Caspar, desgl.
Wolff, desgl. (z. Zt. im Ministerium der öffentl. Arbeiten).

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bauinspectoren bei der Direction:

Schwanebeck, Eisenbahn-Bauinspector.
Graeger, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
von Zabienski, desgl.
Menzel, desgl.

Thiele, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Landsberg i. Ostpr.
Oehlmann, desgl. in Angerburg.
Schürmann, desgl. in Goldap.
Wohde, desgl. in Heilsberg.
Marx, desgl. in Bischofsburg.
Meyer (Bernhard), desgl. in Sensburg.
Reiser, desgl. in Seeburg.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Allenstein 1: Kayser, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
„ 2: Rohdantz, desgl.
„ 3: Evmann, Regierungs- und Baurath.
Allenstein 4: Hartmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Insterburg 1: Capeller, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
„ 2: Hahnrieder, desgl.
Königsberg 1: Helberg, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
„ 2: Winde, desgl.
Lyck: Slnyter, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Osterode: Fidelak, Regierungs- u. Baurath.
Tilsit 1: Massalsky, Regierungs- und Baurath.
„ 2: Liueke, desgl.

Maschineninspectionen:

Allenstein: (z. Zt. auftrw. verwaltet).
Insterburg: Karitzky, Eisenb.-Bauinspector.
Königsberg: Partensky, Eisenbahn-Bauinspector.

Werkstätteninspectionen:

Königsberg: Semmerguth, Eisenbahn-Bauinspector.
Osterode: Tanneberger, desgl.
Ponarth: Geitel, desgl.

Telegrapheninspection Königsberg:

Baldamus, Eisenbahn-Bauinspector.

16. Königliche Eisenbahndirection in Magdeburg.

Taeger, Präsident.

Directionsmitglieder:

Ramm, Ober-Baurath.
Janssen, Regierungs- und Baurath.
Erdmann, Eisenbahndirector.
Richard (Rudolf), Regierungs- u. Baurath.
Schwedler (Friedrich), desgl.
Mackensen (Wilhelm), Eisenbahndirector.
Albert, Regierungs- und Baurath.
Peters, desgl. (auftrw.)

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bau-Inspectoren bei der Direction:

Detzner, Eisenbahn-Bauinspector.
Büttner, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector.
Schmidt (Wilhelm), desgl.

Maeltzer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Magdeburg-Buckau.
Berns, desgl. in Stendal.
Michaëlis (Paul), desgl. in Magdeburg-Neustadt.
Kraufs, desgl. in Aschersleben.
Teichgraeber, desgl. in Braunschweig.
Oberschulte, desgl. in Magdeburg-Neustadt.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Aschersleben: Eggers, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Berlin 14: Nowack, Reg.- und Baurath.
„ 15: Rohbein, desgl.
Braunschweig 1: Fuhrberg (Wilhelm), Regierungs- u. Baurath.
„ 2: Paffen, desgl.
Halberstadt 1: Schunck, Regier.- u. Baurath.
„ 2: Lund, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Magdeburg 1: Zachariae, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
„ 2: Mackenthun, Regierungs- und Baurath.
„ 3: Seyberth, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
„ 4: Freye, Regier.- u. Baurath.
„ 5: Schmidt (Karl), Eisenbahndirector.

Stendal 1: Peter, Eisenbahndirector.
„ 2: Goleniewicz, Regierungs- und Baurath.

Maschineninspectionen:

Braunschweig: Kelbe, Eisenbahndirector.
Halberstadt: Röthig, Eisenb.-Bauinspector.
Magdeburg: Riemer, Eisenbahn-Bauinspector.
Stendal: Baum, Eisenbahn-Bauinspector.

Werkstätteninspectionen:

Braunschweig: Harsleben, Eisenb.-Director.
Halberstadt: Götze, Eisenbahndirector.
Magdeburg-Buckau: Krause (Otto), Eisenbahn-Bauinspector.
Salbke: Schittke, Eisenb.-Bauinspector.
Stendal: Jahr, Eisenbahn-Bauinspector.

Telegrapheninspection Magdeburg:

Hartwig, Eisenbahn-Bauinspector.

17. Königl. preufsische und Grofsherzogl. hessische Eisenbahndirection in Mainz.

Directionsmitglieder:

Schneider, Ober-Baurath.
Heyl, Grofsherzogl. hessischer Geh. Baurath.
Farwick, Eisenbahndirector.
Winckler, Grofsherzogl. hessischer Regierungs- und Baurath.
Stahl, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspectoren:

Geibel, Grofsherzogl. hessischer Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Worms.
Wolpert, desgl. in Worms.
Rietzsch, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Wald-Michelbach.
Sachse, desgl. in Mainz.
Genz, desgl. in Oppenheim.
Anthes, desgl. in Mannheim.

Inspectionsvorstände

Betriebsinspectionen:

Darmstadt 1: Mülwert, Grofsherzogl. hessischer Eisenbahndirector.
„ 2: Stegmayer, Grofsh. hess. Reg.- und Baurath.
Kreuznach: Bruns, Regierungs- u. Baurath.
Mainz: Weiss, Grofsh. hess. Eisenb.-Director.
Mannheim: Ampt, Grofsh. hess. Eisenb.-Director.
Worms: Frey, Grofsh. hess. Eisenb.-Director.

Maschineninspectionen:

Darmstadt: Querner, Grofsherzogl. hessischer Eisenbahndirector.
Mainz: Jordan, Grofsh. hess. Eisenb.-Bauinspector.

Werkstätteninspectionen:

Darmstadt: Stieler, Grofsherzogl. hessischer Eisenb.-Masch.-Inspect.
Mainz: Heuer, Grofsh. hess. Eisenb.-Masch.-Inspector.

18. Königliche Eisenbahndirection in Münster i. Westfalen.

Directionsmitglieder:

Knebel, Ober-Baurath.
van de Sandt, Geheimer Baurath.
Keenen, Regierungs- und Baurath.
Koehler, Eisenbahndirector.
v. Flotow, Regierungs- und Baurath.

Eisenbahn-Bauinspectoren bei der Direction:

Keil, Eisenbahn-Bauinspector.
Berthold, desgl.

Bornhard, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Brilon.
Biegelstein, desgl. in Büren.
Ortmanns, desgl. in Paderborn.
Schlüter, desgl. in Paderborn.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Burgsteinfurt: Schmidt (Rudolph), Eisenbahndirector.
Emden: Bufsmann (Wilhelm), Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspect.
Münster 1: Rump, Reg.- und Baurath.
„ 2: Friedrichsen, Eisenb.-Director.
„ 3: Lueder, Reg.- und Baurath.
Osnabrück 1: Nöhre, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
„ 2: Rüfsmann, desgl.
Paderborn 1: Dane, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
„ 2: Steinmann, desgl.
Wesel 1: Schmoll, Reg.- und Baurath.
„ 2: Maley, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Maschineninspectionen:

Münster 1: Stempel, Eisenbahndirector.
„ 2: vom Hove, Eisenbahn-Bauinspector.
Paderborn: Tilly, Eisenbahndirector.

Werkstätteninspectionen:

Lingen: Hummell, Eisenbahndirector.
Osnabrück: Claasen, Eisenbahndirector.
Paderborn: Bobertag, Reg.- u. Baurath.

19. Königliche Eisenbahndirection in Posen.

Directionsmitglieder:

Koch, Ober-Baurath.
Buchholtz (Hermann), Regierungs- und Baurath.
Merseburger, desgl.
Bremer, desgl.
Danziger, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspectoren:

Häfsler, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Glogau.
Richard, desgl. in Frankfurt a. O.
Klotzbach, desgl. in Guben.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Frankfurt a. O. 2: Bansen, Regierungs- und Baurath.
Glogau 2: Wegner (Gustav), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Guben: Weber, Eisenbahndirector.
Krotoschin: Schulze (Rudolf), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Lissa 1: Fleuder, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
„ 2: Mahn, desgl.
Meseritz: von der Ohe, Regierungs- und Baurath.

Ostrowo: Walther, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Posen 2: Plate, Regierungs- und Baurath.
„ 3: Schwertner, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Maschineninspectionen:

Guben: Klemann, Eisenbahndirector.
Lissa: Feyerabendt, Reg.- u. Baurath.
Posen: Walter, desgl.

Werkstätteninspection:

Posen: Lehmann, Reg.- und Baurath.

20. Königliche Eisenbahndirection in St. Johann-Saarbrücken.

Naumann, Präsident.

Directionsmitglieder:

Blanck, Ober-Baurath.
Usener, Geheimer Baurath.
Fein, Eisenbahndirector.
Daub, Regierungs- und Baurath.
Thewalt, desgl.
Haas, desgl.

Eisenbahn-Bau- bezw. Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspectoren bei der Direction:

Leske, Eisenbahn-Bauinspector.
Günther, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Heller, Eisenb.-Bau- und Betriebsinspector in Illingen.
Prior, desgl. in Wadern.
Krüger, desgl. in Hermeskeil.
Knoblauch, desgl. in Saarbrücken.
Bechtel, desgl. in Wadern.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Mayen: Ruppenthal, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Saarbrücken 1: Cleos, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Saarbrücken 2: Dance, Regierungs- u. Baurath.
„ 3: Brennecke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Trier 1: Herr (Gustav), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
„ 2: Fliegelskamp, Regierungs- und Baurath.
„ 3: Niederehe, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
St. Wendel: Wagner, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Maschineninspectionen:

Saarbrücken: Pulzner, Eisenbahn-Maschineninspector.
Trier: Mertz, Eisenbahndirector.

Werkstätteninspectionen:

Saarbrücken a: Hessenmüller, Eisenbahndirector.
„ b: Werthmann, Eisenb.-Bauinspector.

Telegrapheninspection Saarbrücken:

Hansing, Eisenbahn-Bauinspector.

21. Königliche Eisenbahndirection in Stettin.

Directionsmitglieder:

Tobien, Ober-Baurath.
Heinrich, Regierungs- und Baurath.
Geos, desgl.
Lüken, Eisenbahndirector.
Wiegand (Heinr.), Regierungs- u. Baurath.
Rosenkranz, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bauinspectoren bei der Direction:

Jahnke, Eisenbahn-Bauinspector.
Breusing, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector.
Gremler, desgl.

Schilling, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector in Stettin.
Wegele, desgl. in Templin.
Pustau, desgl. in Stettin.
Jahn, desgl. in Wriezen.
am Ende, desgl. in Templin.
Meilly, desgl. in Prenzlau.
Koru, desgl. in Joachimsthal.
Wiesmann, desgl. in Lichtenberg.
Peters (Richard), desgl. in Wriezen.
Kreme, desgl. in Stettin.
Krausgrill, desgl. in Stettin.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Eberswalde: Greve, Regierungs- u. Baurath.
Freienwalde: Grosse, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Glogau 3: Simon, Regierungs- u. Baurath.
Köslin: Bräuning, Reg.- u. Baurath.
Neustrelitz: Buff, Regierungs- u. Baurath.
Stargard 2: Friederichs, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Stettin 1: Sterbeck, Regier.- u. Baurath.
„ 2: Fuchs (Wilhelm), desgl.
„ 3: Suadicani, desgl.
Stralsund 1: Werren, Regierungs- u. Baurath.
„ 2: Gutbier, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
„ 3: Schulz (Karl), desgl.

Maschineninspectionen:

Stettin 1: Gutzeit, Eisenb.-Bauinspector.
„ 2: Liesegang, desgl.
„ 3: Krüger, Reg.- und Baurath.
Stralsund: Schönemann, Eisenbahn-Bauinspector.

Werkstätteninspectionen:

Eberswalde: Bergemann, Eisenbahn-Bauinspector.
Greifswald: König, Eisenbahndirector.
Stargard: Kirsten, Eisenbahndirector.

C. Bei Provincial-Verwaltungs-Behörden.

1. Regierung in Aachen.

Kruse, Geheimer Baurath.
Rasch, Regierungs- und Baurath.

von den Bercken, Baurath, Kreis-Bauinspector in Düren.
Daniels, desgl. desgl. in Aachen.
Lürig, Kreis-Bauinspector in Aachen.
Marcuse, auftrw. desgl. in Montjoie.

2. Regierung in Arnsberg.

Bermann, Regierungs- und Baurath.
Muttray, desgl.

Carpe, Baurath, Kreis-Bauinspector in Brilon.
Landgrebe, desgl. desgl. in Arnsberg.
Lünzner, desgl. desgl. in Bochum.
Spanke, desgl. desgl. in Dortmund.
Lüttich, Kreis-Bauinspector in Hagen.
Kruse, desgl. in Siegen.
Reimer, desgl. in Soest.

3. Regierung in Aurich.

Meyer, Geheimer Baurath.
Bohnen, Bauinspector.

Panse, Baurath, Wasser-Bauinspector in Norden.
Breiderhoff, Baurath, Kreis-Bauinspector in Norden.
Stosch, Baurath, Wasser-Bauinspector in Emden (s. auch III.).
Duis, Wasser-Bauinspector in Leer.
Otto, Kreis-Bauinspector in Leer.
Kopplin, Wasser-Bauinspector in Wilhelmshaven.

4. Polizei-Präsidium in Berlin.

Garbe, Geheimer Baurath.
Krause, Regierungs- und Baurath.
Kieschke, desgl.
Dr. v. Ritgen, desgl.

Badstübner, Baurath in Berlin.
Hacker, desgl. in Berlin.
Stoll, Baurath in Berlin.
Nitka, desgl. in Berlin.
Beckmann, desgl. in Charlottenburg I.
Natorp, desgl. in Charlottenburg III.
Kirstein, Bauinspector in Berlin.
Hoeno, desgl. in Berlin.
Gropius, desgl. in Berlin.
Rattey, desgl. in Berlin.
Höpfner, desgl. in Berlin.
Reifsbrodt, desgl. in Berlin.
Schneider, desgl. in Charlottenburg II.
Schliepmann, desgl. in Berlin.

5. Ministerial-Bau-Commission in Berlin.

Emmerich, Geheimer Baurath.
Werner, desgl.
N. N., Regierungs- und Baurath.
Plathner, Baurath, Wasser-Bauinspector.
Endell, Land-Bauinspector.
Rösener, desgl.
Voelcker, desgl.

Haesecke, Baurath, Bauinspector.
Bürckner, desgl. desgl.

Körte, Wasser-Bauinspector.
Frey, desgl.
Graef, Bauinspector.
Friedeberg, Bauinspector.
Heydemann, desgl.
Kern, auftrw. desgl.

6. Ober-Präsidium (Oderstrom-Bauverwaltung) in Breslau.

Hamel, Regierungs- und Baurath, Strom-Baudirector.
May, Wasser-Bauinspector und Stellvertreter des Strom-Baudirectors.
Asmus, Wasser-Bauinspecter, Hülfsarbeiter.
Rimek, desgl. desgl.

Brinkmann, Baurath, Wasser-Bauinspecter in Steinau a/O.
Schierhorn, desgl. desgl. in Brieg a/O.
Schultz (Hermann), desgl. desgl. in Grofs-Glogau.
Wegener, desgl. desgl. in Breslau.
Gräfinghoff, Wasser-Bauinspector in Cüstrin.
Roloff (Ernst), desgl. in Oppeln.
Müller (Paul), desgl. in Ratibor.
Ehlers, desgl. in Crossen a/O.

7. Regierung in Breslau.

Beyer, Geheimer Baurath.
Cramer, desgl.
Jende, Bauinspecter.

Reuter, Baurath, Kreis-Bauinspector in Strehlen.
Berndt, desgl. desgl. in Trebnitz.
Toebe, desgl. desgl. in Breslau (Landkreis).
Breisig, desgl. desgl. in Breslau (Stadtkreis).
Kruttge, Kreis-Bauinspector in Glatz.
Lamy, desgl. in Brieg a/O.
Gaedcke, desgl. in Oels.
Wosch, desgl. in Breslau (Baukreis Neumarkt).
Walther, desgl. in Schweidnitz.
Kirchner, desgl. in Wohlau.
Buchwald, desgl. in Breslau (Universität).
Mergard, desgl. in Reichenbach i. Schl.

8. Regierung in Bromberg.

Demnitz, Geheimer Baurath.
Meritz, Regierungs- und Baurath.
Steinbick, Baurath, Wasser-Bauinspector.
Schwarze, Baurath, Bauinspector.
Sckerl, Wasser-Bauinspector.

Allendorff, Baurath, Wasser-Bauinspecter in Bromberg.
Wagenschein, Baurath, Kreis-Bauinspector in Schubin.
Schmitz, desgl. desgl. in Nakel.
Wesnigk, Kreis-Bauinspecter in Gnesen.
Stringe, Wasser-Bauinspector in Czarnikau.
v. Busse, Kreis-Bauinspector in Bromberg.
Claren, auftrw. desgl. in Mogilno.
Adams, auftrw. desgl. in Wongrowitz.
Schütze, auftrw. desgl. in Inowrazlaw.
Bennstein, auftrw. desgl. in Schneidemühl (Baukreis Czarnikau).

9. Regierung in Cassel.

Waldhausen, Regierungs- und Baurath.
Velkmann, desgl.
Rüppel, desgl.
Seligmann, Baurath, Land-Bauinspector.
Heckhoff, Bauinspector.
Schulz (Bruno), Wasser-Bauinspector.

Hoffmann, Baurath, Kreis-Bauinspector in Fulda.
Scheele, desgl. desgl. in Fulda (Baukreis Hünfeld-Gersfeld).
Schuchard, desgl. desgl. in Cassel.
Bernmüller, desgl. desgl. in Gelnhausen.
Büchling, desgl. desgl. in Eschwege.
Loebell, desgl. desgl. in Cassel (Baukreis Hofgeismar).
Resskethen, desgl. desgl. in Rinteln.
Gibelius, desgl. desgl. in Frankenberg.
Siefer, desgl. desgl. in Melsungen.
Janert, desgl. desgl. in Kirchhain.
Keller, Baurath, Wasser-Bauinspector in Cassel.
Isphording, Wasser-Bauinspector in Marburg.
Zölffel, Kreis-Bauinspector in Marburg.
Schneider (Karl), desgl. in Homberg.
Becker, desgl. in Hanau.
Arenberg, desgl. in Cassel.
Goltermann, Wasser-Bauinspector in Fulda.
Trimborn, auftrw. Kreis-Bauinspector in Hersfeld.
Wachsmann, auftrw. desgl. in Schmalkalden.

10. Ober-Präsidium (Rheinstrom-Bauverwaltung) in Coblenz.

Müller, Regierungs- und Baurath, Strom-Baudirector.
Mütze, desgl. Rheinschiffahrts-Inspector.
Morant, Baurath, Wasser-Bauinspector, Stellvertreter des Strom-Baudirectors.
Kayser, Baurath, Wasser-Bauinspector.

Beyer, Baurath, Wasser-Bauinspector in Wesel.
Mylius, desgl. desgl. in Köln a/Rh.
Versmann, desgl. desgl. in Coblenz.
Stoeasell, desgl. desgl. in Düsseldorf.

Grimm, Maschineninspector in Bingerbrück.

11. Regierung in Coblenz.

Launer, Geheimer Baurath.
Dorp, Wasser-Bauinspector.

Henderichs, Baurath, Kreis-Bauinspector in Coblenz.
Lucas, desgl. desgl. in Kreuznach.
Weifser, Baurath, Wasser-Bauinspecter in Coblenz.
de Bruyn, Kreis-Bauinspecter in Andernach.
Jaensch, desgl. in Wetzlar.

12. Ober-Präsidium (Weichselstrom-Bauverwaltung) in Danzig.

Görz, Regierungs- und Baurath, Strom-Baudirector.
Schoetensack, Baurath, Wasser-Bauinspector und Stellvertreter des Strom-Baudirectors.
Schmidt (Karl), Wasser-Bauinspector, Hülfsarbeiter.
Niese, desgl. desgl.

Kracht, Baurath, Wasser-Bauinspector in Marienburg W/Pr.
Löwe, desgl. desgl. in Marienwerder.
Rudolph, desgl. desgl. in Culm.
N. N., Wasser-Bauinspector in Dirschau.
N. N., desgl. in Thorn.

Martschinowski, Maschinen-Inspector in Grofs-Plehnendorf.

13. Regierung in Danzig.

Böttger, Geheimer Baurath.
Andersen, Regierungs- und Baurath.
Lehmbeck, Baurath, Bauinspector.
Holmgren, Wasser-Bauinspector.

Muttray, Baurath, Kreis-Bauinspector in Danzig.
Delion, Wasser-Bauinspector in Elbing.
Nolte, Kreis-Bauinspector in Pr. Stargard.
Spittel, desgl. in Neustadt W/Pr.
Geick, desgl. in Elbing.
Schultefs, desgl. in Carthaus.
Lehmann, Bauinspector bei der Polizei-Direction in Danzig.
Abesser, Kreis-Bauinspecter in Marienburg W/Pr.
Ladisch, Hafen-Bauinspector in Neufahrwasser.
Pickel, auftrw. desgl. in Berent W/Pr.

14. Regierung in Düsseldorf.

Denninghoff, Geheimer Baurath.
Hasenjäger, desgl.
Lieckfeldt, Regierungs- und Baurath.
v. Perbandt, Baurath.
N. N., Wasser-Bauinspector.

Ewerding, Baurath, Kreis-Bauinspector in Crefeld.
Spillner, desgl. desgl. in Essen.
N. N., Wasser-Bauinspecter in Ruhrort.
Hillenkamp, Baurath, Kreis-Bauinspecter in Wesel.
Thielen, desgl. desgl. in Elberfeld.
Strohn, desgl. desgl. in Geldern.
Bongard, Kreis-Bauinspector in Düsseldorf.

15. Regierung in Erfurt.

Kleinwächter, Geheimer Baurath.
Gersdorff, Regierungs- und Baurath.

Borchers, Baurath, Kreis-Bauinspecter in Erfurt.
Collmann v. Schatteburg, Kreis-Bauinspecter in Schleusingen.
Röttscher, Kreis-Bauinspector in Mühlhausen i/Thür.
Unger, desgl. in Nordhausen.
Tietz, desgl. in Heiligenstadt.

16. Regierung in Frankfurt a/O.

Kröhnke, Geheimer Baurath.
Kiutmann, Regierungs- und Baurath.
v. Lukomski, Baurath, Land-Bauinspector.
Scholz, desgl. desgl.

Müller (August), Baurath, Kreis-Bauinspector in Guben.
Beutler, desgl. desgl. in Cottbus.
Engisch, desgl. desgl. in Züllichau.
Mebus, desgl. desgl. in Drossen.
Lipschitz, desgl. desgl. in Luckau.
Schultz (Johannes), Baurath, Wasser-Bauinspector in Landsberg a/W.
Baumgarth, Baurath, Kreis-Bauinspector in Sorau.
Hesse, Kreis-Bauinspector in Frankfurt a/O.
Andreae, desgl. in Landsberg a/W.
Hohenberg, desgl. in Friedeberg N/M.
Mettke, desgl. in Arnswalde.
Richter, desgl. in Königsberg N/M.

17. Regierung in Gumbinnen.

Schlichting, Regierungs- und Baurath.
Kifs, desgl.
Hausmann, desgl.
Schiele, Bauinspector.

Dannenberg, Baurath, Kreis-Bauinspector in Lyck.
Momm, desgl. desgl. in Sensburg.
Eichentopf, Wasser-Bauinspector in Kuckerneese.
Reinboth, Kreis-Bauinspector in Johannisburg.
Stolze, Wasser-Bauinspector in Tilsit.
Taute, Kreis-Bauinspector in Ragnit.
Molz, desgl. in Lötzen.
Wichert, desgl. in Insterburg.
Achenbach, desgl. in Gumbinnen.
Elkisch, desgl. in Angerburg.
Heise, desgl. in Tilsit.
Junghann, desgl. in Goldap.
v. Bandel, auftrw. Kreis-Bauinspector in Kaukehmen.
Winkelmann, auftrw. desgl. in Pillkallen.
Meyer (Philipp), auftrw. desgl. in Stallupoenen.

18. Ober-Präsidium (Weserstrom-Bauverwaltung) in Hannover.

Scholten, Geheimer Baurath, Strom-Baudirector.
Réer, Baurath, Wasser-Bauinspector, Hülfsarbeiter.
Brandt, desgl. desgl. Stellvertreter des Strom-Baudirectors.

Meyer, Baurath, Wasser-Bauinspector in Hameln.
Beckmann, desgl. desgl. in Verden.
Fechner, desgl. desgl. in Minden.
Wachsmuth, Wasser-Bauinspector in Hoya.
Greve, desgl. in Cassel.

19. Regierung in Hannover.

Froelich, Geheimer Baurath.
Bergmann, Regierungs- und Baurath.
Tieffenbach, Baurath, Land-Bauinspector.
Bindemann, Wasser-Bauinspector.

Dannenberg, Baurath, Wasser-Bauinspector in Hannover.
Koch, Baurath, Kreis-Bauinspect. in Hameln.
Schröder, desgl. desgl. in Hannover.
Nienburg, desgl. desgl. in Nienburg a/Weser.
Scherler, Kreis-Bauinspector in Diepholz.
Niemann, desgl. in Hannover.

20. Regierung in Hildesheim.

Hellwig, Geheimer Baurath.
Borchers, Regierungs- und Baurath.
Herzig, Land-Bauinspector.

Knipping, Baurath, Kreis-Bauinspector in Hildesheim.
Schade, Baurath, Wasser-Bauinspector in Hildesheim.
Mende, Baurath, Kreis-Bauinspector in Osterode a/H.
Breymann, desgl. desgl. in Göttingen.
Hensel, desgl. desgl. in Hildesheim.
Henner, Baurath, Wasser-Bauinspector in Northeim.
v. Behr, Kreis-Bauinspector in Goslar.
Rühlmann, desgl. in Zellerfeld.
Kleinert, desgl. in Einbeck.

21. Regierung in Köln.

Balzer, Geheimer Baurath.
Runge, Regierungs- und Baurath.

Freyse, Baurath, Kreis-Bauinspector in Köln.
Kosbab, Baurath, Kreis-Bauinspector in Siegburg.
Schulze (Rob.), Kreis-Bauinspector in Bonn.

22. Regierung in Königsberg O/P.

Bessel-Lorck, Regierungs- und Baurath.
Gerhardt, desgl.
Saran, desgl.
Siber, Baurath, Wasser-Bauinspector.
Scholz, desgl. desgl.
Voigt, Land-Bauinspector.

Siebert, Baurath, Kreis-Bauinspector in Königsberg (Stadtkreis I).
Linker, desgl. desgl. in Bartenstein.
Büttner, desgl. desgl. in Königsberg (Landkr. Eylau).
Scheurmann, desgl. desgl. in Neidenburg.
Knappe, desgl. desgl. in Königsberg (Stadtkreis IV).
Schmidt (Hugo), Wasser-Bauinspector in Tapiau.
Rhode, Baurath, Hafen-Bauinspector in Memel.
Schultz (Gustav), Kreis-Bauinspector in Königsberg II (Landkr. Fischhausen).
Ehrhardt, desgl. in Allenstein.
Brickenstein, Wasser-Bauinsp. in Zölp bei Maldeuten O/P.
Gareis, Kreis-Bauinspector in Mohrungen.
Borgmann, desgl. in Rastenburg.
Reifse, Hafen-Bauinspector in Pillau.
Kerstein, Kreis-Bauinspector in Ortelsburg.
v. Manikowsky, desgl. in Osterode O/P.
Opfergelt, desgl. in Rössel.
Leidich, desgl. in Königsberg O/P. V. (Landkreis).

Callenberg, Kreis-Bauinspector in Memel.
Klehmet, desgl. in Braunsberg.
Leithold, auftrw. desgl. in Wehlau.
Schaller, auftrw. desgl. in Labiau.

Schmitt, Maschineninspector in Pillau.
Breitenfeld, auftrw. desgl. in Buchwalde.

23. Regierung in Köslin.

Adank, Regierungs- und Baurath.
Wilhelms, desgl.
Koppen, Baurath, Land-Bauinspector.

Jaeckel, Baurath, Kreis-Bauinspector in Stolp.
Kellner, desgl. desgl. in Neustettin.
Deumling, Kreis-Bauinspector in Köslin.
Misling, desgl. in Lauenburg in Pommern.
Dohrmann, Hafen-Bauinspector in Kolbergermünde.
N. N., Kreis-Bauinspector in Schlawe.
Harms, Kreis-Bauinspector in Kolberg.
N. N., auftrw. desgl. in Dramburg.

24. Regierung in Liegnitz.

v. Zschock, Geheimer Regierungsrath, Regierungs- und Baurath.
Reiche, Regierungs- und Baurath.

Weinert, Baurath, Kreis-Bauinspector in Grünberg.
Holtzhausen, desgl. desgl. in Sagan.
Balthasar, desgl. desgl. in Görlitz.
Jungfer, desgl. desgl. in Hirschberg.
Ziolecki, desgl. desgl. in Bunzlau.
Pfeiffer, desgl. desgl. in Liegnitz.
Aries, auftrw. Kreis-Bauinspector in Landeshut.
Arens, auftrw. desgl. in Hoyerswerda.

25. Regierung in Lüneburg.

Bastian, Regierungs- und Baurath.
Sympher, desgl.

Höbel, Baurath, Kreis-Bauinspector in Uelzen.
Lindemann, Baurath, Wasser-Bauinspector in Hitzacker.
Dapper, Baurath, Kreis-Bauinspector in Gifhorn.
von Wickede, Wasser-Bauinspect. in Celle.
Laueuroth, Baurath, Wasser-Bauinspector in Lüneburg.
Zeuner, Kreis-Bauinspector in Harburg.
Narten, Wasser-Bauinspector in Harburg.
Lucas, Kreis-Bauinspector in Celle.

26. Ober-Präsidium (Elbstrom-Bauverwaltung) in Magdeburg.

Höffgen, Regierungs- und Baurath, Strom-Baudirector.
Bauer, Baurath, Wasser-Bauinspector, Stellvertreter des Strom-Baudirectors.
Eggemann, Wasser-Bauinspector.
Schmidt (Heinrich), desgl.

Fischer, Baurath, Wasser-Bauinspector in Wittenberge.
Claussen, desgl. desgl. in Magdeburg.
Hoekt, desgl. desgl. in Tangermünde.
Thomany, Wasser-Bauinspector in Lauenburg a/E.
Teichert, desgl. in Hitzacker.
Blumberg, desgl. in Torgau.

27. Regierung in Magdeburg.

Bayer, Geheimer Baurath.
Moebius, desgl.
Cequi, Land-Bauinspector.
Semmelmann, desgl.

Reitsch, Baurath, Kreis-Bauinspector in Magdeburg.
Fiebelkorn, desgl. desgl. in Schönebeck.
Varnhagen, desgl. desgl. in Halberstadt.
Pitsch, desgl. desgl. in Wanzleben.
Heller, desgl. desgl. in Neuhaldensleben.
Gnuschke, desgl. desgl. in Quedlinburg.
Zschintzsch, Wasser-Bauinspector in Genthin.
Prejawa, Kreis-Bauinspector in Salzwedel.
Zorn, desgl. in Genthin.
Hagemann, desgl. in Halberstadt.
Ochs, desgl. in Magdeburg.
Heinze, desgl. in Stendal.
Behr, desgl. in Wolmirstedt.

28. Regierung in Marienwerder.

Biedermann, Regierungs- und Baurath.
vom Dahl, desgl.
v. Niederstetter, Baurath, Bauinspector.

Otte, Baurath, Kreis-Bauinspector in Konitz.
Dellenmaier, desgl. desgl. in Dt.-Eylau.
Bucher, Kreis-Bauinspector in Strasburg W/Pr.
Wenderff, desgl. in Graudenz.
Rambeau, desgl. in Culm.
Morin, desgl. in Thorn.
Hallmann, desgl. in Marienwerder.
Petersen, desgl. in Neumark.
Böhnert, auftrw. desgl. in Schwetz.
Klemm, auftrw. desgl. in Schlochau.
Tieling, auftrw. desgl. in Dt.-Krone.
Huber, auftrw. desgl. in Flatow.

29. Regierung in Merseburg.

Messerschmidt, Geheimer Baurath.
Beisner, Regierungs- und Baurath.
Bretting, Baurath, Wasser-Bauinspector.
Schulz (Paul), Baurath, Land-Bauinspector.

Werner, Baurath, Kreis-Bauinspector in Naumburg a/S.
Beës, Baurath, Wasser-Bauinspector in Naumburg a/S.
Brünecke, desgl. desgl. in Halle a/S.
Lauth, Kreis-Bauinspector in Delitzsch.
Bluhm, Baurath, Kreis-Bauinspector in Wittenberg.
Eichelberg, desgl. desgl. in Weifsenfels a/S.
Vatiché, Wasser-Bauinspector (Bearbeitung der wasserbautechnischen Sachen in der Kreis-Bauinspection Torgau) in Torgau.
Trampe, Baurath, Kreis-Bauinspector in Eisleben.
Matz, desgl. desgl. in Halle a/S.
Schreiber, Kreis-Bauinspector in Merseburg.
de Ball, desgl. in Torgau.
Stever, desgl. in Halle a/S.
Jellinghaus, desgl. in Sangerhausen.

30. Regierung in Minden.

Grafsmann, Regierungs- und Baurath.
Siebert, Baurath, Wasser-Bauinspector.

Biermann, Baurath, Kreis-Bauinspector in Paderborn.
Heltgreve, desgl. desgl. in Höxter.
Lütcke, desgl. desgl. in Bielefeld.
Engelmeier, desgl. desgl. in Minden.

31. Regierung in Münster.

Niermann, Regierungs- und Baurath.
Jaspers, Wasser-Bauinspector.

Quantz, Baurath, Kreis-Bauinspector in Münster.
Vellmar, desgl. desgl. in Münster.
Piper, Wasser-Bauinspector in Hamm.
Schultz (Adalbert), Kreis-Bauinspector in Recklinghausen.

32. Königliche Canal-Commission in Münster i/W.

für die Herstellung des Schiffahrts-Canals von Dortmund nach den Emshäfen.

Hermann, Regierungs- und Baurath, Vorsitzender.
Weifsker, Wasser-Bauinspector.
Erbkam, desgl.
Clausen, desgl.
Rudolph, Bauinspector.
Schulte, Wasser-Bauinspector.
Pfannschmidt, desgl.

33. Regierung in Oppeln.

Münchhoff, Regierungs- und Baurath.
Hensch, desgl.
König, desgl.
Michelmann, Baurath, Wasser-Bauinspector.
Berggreve, Land-Bauinspector.

Juhn, Baurath, Kreis-Bauinspector in Tarnowitz.
Volkmann, desgl. desgl. in Ratibor.
Schalk, desgl. desgl. in Neifse (Baukreis Grottkau).
Blau, desgl. desgl. in Beuthen O/S.
Posern, desgl. desgl. in Plefs.
Ritzel, desgl. desgl. in Neustadt O/S.
Lampe, Wasser-Bauinspector in Gleiwitz.
Gruhl, Kreis-Bauinspector in Oppeln.
Killing, desgl. in Leobschütz.
Hiller, desgl. in Kreuzburg O/S.
Reherst, desgl. in Neifse.
Schröder, desgl. in Cosel.
Heyder, desgl. in Rybnik.
Weihe, auftrw. Kreis-Bauinspector in Gr. Strehlitz.
Ulrich, desgl. desgl. in Karlsruhe O/S.

34. Regierung in Osnabrück.

Junker, Regierungs- und Baurath.

Meyer, Baurath, Wasser-Bauinspector in Lingen.
Reifsner, Baurath, Kreis-Bauinspector in Osnabrück.
Schulze (Ludwig), Baurath, Wasser-Bauinspector in Koppelschleuse bei Meppen.
Bergmann, Kreis-Bauinspector in Lingen.

35. Regierung in Posen.

Peltz, Regierungs- und Baurath.
Dittrich, desgl.
Weber, Baurath, Land-Bauinspector.
Plachetka, Land-Bauinspector.
Seidel, Wasser-Bauinspector.

Hirt, Baurath, Kreis-Bauinspector in Posen.
Wilcke, desgl. desgl. in Meseritz.
Tephoff, Kreis-Bauinspector in Wollstein.
Beuck, Baurath, Wasser-Bauinspector in Birnbaum.
Hauptner, Baurath, Kreis-Bauinspector in Posen.
Weber, Baurath, Wasser-Bauinspector in Posen.
Dahms, Kreis-Bauinspector in Ostrowo.
Wellenhaupt, desgl. in Lissa i. Posen.
Freude, desgl. in Wreschen.
Egersdorff, desgl. in Krotoschin
Engelhart, desgl. in Lissa.
Rieck, auftrw. desgl. in Birnbaum.
Runge, desgl. desgl. in Obornik.
Engel, desgl. desgl. in Schrimm.

36. Regierung in Potsdam.

v. Tiedemann, Geheimer Regierungsrath, Regierungs- und Baurath.
Reeder, Regierungs- und Baurath.
Krüger, desgl., Professor.
Teubert, desgl.
Mertins, Baurath, Landbauinspector.
Sievers, Wasser-Bauinspector.
Wever, Land-Bauinspector.

Schuke, Baurath, Wasser-Bauinspector in Rathenow.
Köhler, Baurath, Kreis-Bauinspector in Brandenburg a/H.
Behl, desgl. desgl. in Berlin.
Dittmar, desgl. desgl. in Jüterbog.
Leithold, desgl. desgl. in Berlin.
Prentzel, desgl. desgl. in Templin.
Wichgraf, desgl. desgl. in Neu-Ruppin.
Düsing, desgl. Wasser-Bauinspector in Potsdam.
Steeff, Kreis-Bauinspector in Perleberg.
Elze, Wasser-Bauinspector in Eberswalde.
Konrad, desgl. in Neu-Ruppin.
Brenikewski, desgl. in Cöpenick.
Hippel, desgl. in Zehdenik.
Gröhe, desgl. in Fürstenwalde a/Spree.
Mund, Kreis-Bauinspector in Angermünde.
Poltrock, desgl. in Nauen.
Laske, Land-Bauinspector, vertrw. Kreis-Bauinspector in Potsdam.
Schultze (Friedr.), Kreis-Bauinspector in Prenzlau.
Huenser, desgl. in Beeskow.
Jaffé, desgl. in Berlin.
Rehr, auftrw. desgl. in Wittstock.
v. Peutz, auftrw. desgl. in Freienwalde a/O.

37. Regierung in Schleswig.

Suadicani, Geheimer Baurath.
Klepsch, Regierungs- und Baurath.
Mühlke, desgl.
Thomas, Baurath, Wasser-Bauinspector.
N. N., Wasser-Bauinspector.

Weinreich, Baurath, Wasser-Bauinspector in Husum.
Heydorn, desgl. desgl. in Ploen.
Jensen, desgl. desgl. in Flensburg.
Reimers, Baurath, Wasser-Bauinspector in Tönning.
Kosidowski, Kreis-Bauinspect. in Schleswig.
Brinckmann, Baurath, Kreis-Bauinspector in Kiel (Stadt).
Reichenbach, Kreis-Bauinspector in Flensburg.
Sommermeier, Wasser-Bauinspector in Glückstadt.
Jablonowski, Kreis-Bauinsp. in Hadersleben.
Groeger, desgl. in Husum.
Weifs, desgl. in Altona.
Radloff, desgl. in Kiel (Land).

38. Regierung in Sigmaringen.

Froebel, Regierungs- und Baurath.

39. Regierung in Stade.

Mau, Regierungs- und Baurath.
Horn, desgl.
Dempwolff, Baurath, Wasser-Bauinspector.
Steiner, Wasser-Bauinspector.

Höbel, Baurath, Wasser-Bauinspector in Geestemünde.
Bolten, desgl. desgl. in Buxtehude.
Frogstein von Niemsdorf, Wasser-Bauinsp. in Neuhaus a/Oste.
Hartmann, desgl. in Stade.
Meormann, Kreis-Bauinspector in Geestemünde.
Millitzer, Wasser-Bauinspector in Bremen.
Saring, Kreis-Bauinspector in Verden.
Cummerow, desgl. in Buxtehude.
Erdmann, auftrw. desgl. in Stade.

40. Regierung in Stettin.

Delius, Geheimer Baurath.
Eich, Regierungs- und Baurath.
Bergmann, Baurath, Land-Bauinspector.

Krone, Kreis-Bauinspector in Anklam.
Wolff, Baurath, Kreis-Bauinspector in Cammin.
Mannsdorf, desgl. desgl. in Stettin.
Blankenburg, desgl. desgl. in Swinemünde.
Beckershaus, desgl. desgl. in Greifenberg i/P.
Tesmer, desgl. desgl. in Demmin.
Jehl, desgl. desgl. in Stargard i/P.
Baske, desgl. desgl. in Pyritz.
Kuntze, Baurath, Wasser-Bauinspector in Stettin.
Lindner, Hafen-Bauinspector in Swinemünde.
Priefs, Kreis-Bauinspector in Neugard.

Trahlsen, Maschineninspector in Bredow bei Stettin.

41. Regierung in Stralsund.

Wellmann, Geheimer Baurath.
Hellwig, Regierungs- und Baurath.

Willert, Baurath, Kreis-Bauinspector in Stralsund.
Doehlert, Kreis-Bauinspector in Stralsund.
Tincauzer, Wasser-Bauinspector in Stralsund.
Schmidt (Wilhelm), Kreis-Bauinspector in Greifswald.

42. Regierung in Trier.

Weyer, Regierungs- und Baurath.
Schönbrod, desgl.
Heimseeth, Bauinspector.

Brauweiler, Baurath, Kreis-Bauinspector in Trier.
Krebs, desgl. desgl. in Trier.
Treplin, Baurath, Wasser-Bauinspector in Trier.
Werneburg, desgl. desgl. in Saarbrücken.
Schödrey, Kreis-Bauinspector in Saarbrücken.
Wilkens, Kreis-Bauinspector in Trier.

43. Regierung in Wiesbaden.

Schatteuer, Geheimer Baurath.
Angelroth, Regierungs- und Baurath.
Lohse, Bauinspector.

Helbig, Baurath, Kreis-Bauinspector in Wiesbaden.
Spinn, desgl. desgl. in Weilburg.
Brinkmann, desgl. desgl. in Frankfurt a/M.
Roeder, Baurath, Wasser-Bauinspector in Diez a. d. Lahn.
Dimel, Kreis-Bauinspector in Wiesbaden.
Hesse (Karl), desgl. in Biedenkopf.
Hehn, Wasser-Bauinspector in Frankfurt a/M.
Beilstein, Kreis-Bauinspector in Diez a. d. Lahn.
Bleich, desgl. in Homburg v. d. Höhe.
Hesse (Julius), desgl. in Langen-Schwalbach.
Dangers, desgl. in Dillenburg.
Stock, desgl. in Rüdesheim.
Filbry, auftrw. desgl. in Montabaur.

II. Im Ressort anderer Ministerien und Behörden.

1. Beim Hofstaate Sr. Majestät des Kaisers und Königs, beim Hofmarschallamte, beim Ministerium des Königlichen Hauses.

Tetens, Ober-Hof-Baurath in Berlin.
Ihne, Geheimer Hof-Baurath in Berlin.
Bohne, desgl. in Potsdam.

Temor, Hofkammer- und Baurath bei der Hofkammer der Königlichen Familiengüter, in Berlin.
Weinbach, Baurath, Kronfideicommifs-Bauinspector in Oels.
Lübke, desgl. in Berlin.

Haeberlin, Hof-Baurath in Potsdam.
Geyer, desgl. in Berlin.
Kavel, Hof-Bauinspector in Berlin.
Wittig, Hof-Bauinspector in Wilhelmshöhe bei Cassel.

---

2. Beim Ministerium der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten und im Ressort desselben.

Persius, Geheimer Ober-Regierungsrath, Conservator der Kunstdenkmäler, in Berlin.
Spitta, Geheimer Baurath und vortragender Rath in Berlin.
Dr. Meydenbauer, Geheimer Baurath in Berlin.
Ditmar, Baurath, Land-Bauinsp. in Berlin.
Körber, Land-Bauinspector in Berlin.

Voigtel, Geheimer Regierungsrath, Dombaumeister in Köln.
Promnitz, Baurath, Bauinspector bei der Kloster-Verwaltung in Hannover.
Merzenich, Baurath, Architekt für die Kgl. Museen in Berlin.
Beth, Land-Bauinspector und akademischer Baumeister in Greifswald.

---

3. Beim Ministerium für Handel und Gewerbe und im Ressort desselben.

Gebauer, Geh. Bergrath, Ober-Berg- und Baurath in Berlin.

Bachmann, Baurath, Bauinspector im Ober-Bergamts-Bezirk Halle a/S., in Schönebeck bei Magdeburg.
Giseke, Baurath, bautechnisches Mitglied der Bergwerks-Direction in Saarbrücken.
Haselow, Baurath, Baubeamter für den Ober-Bergamts-Bez. Breslau, in Gleiwitz.
Schmidt (Rob.), Baurath, Bauinspector im Ober-Bergamts-Bezirk Halle a/S., in Stafsfurt.
Leose, Bauinspector im Ober-Bergamts-Bezirk Clausthal, in Clausthal, zur Zeit Vertreter des erkrankten Geh. Bergraths Gebauer in Berlin.
Latowsky, Bauinspector und Mitglied der Bergwerksdirection in Saarbrücken.
Milow, Bauinspector für den Ober-Bergamts-Bezirk Dortmund, in Osnabrück.

Rofskothen, Wasser-Bauinspector, auftrw. Verwaltung der Bauinspection im Ober-Bergamts-Bezirk Clausthal, in Clausthal.

4. Beim Ministerium für Landwirthschaft, Domänen und Forsten und im Ressort desselben.

Knnisch, Geheimer Ober-Regierungsrath.
Reimann, Geheimer Ober-Baurath.
v. Münstermann, Geheimer Baurath.
Bahrndt, Regierungs- und Baurath.

Meliorations-Baubeamte:

Schmidt, Regierungs- u. Geheimer Baurath in Cassel.
Wille, desgl. in Magdeburg.
Nestor, Regierungs- und Baurath in Posen.
v. Lancizolle, desgl. in Stettin.
Fahl, desgl. in Danzig.
Danckwerts, desgl. in Königsberg O/Pr.
Huppertz (Karl), Professor für landwirthschaftliche Baukunde und Meliorationswesen an der landwirthschaftlichen Akademie in Poppelsdorf bei Bonn.
Münchow, Meliorations-Bauinspector bei der General-Commission in Düsseldorf.
Grantz, Meliorations-Bauinspecter in Berlin.
Graf, desgl. in Düsseldorf.
Krüger I, desgl. in Breslau.
Reckon, desgl. in Hannever.
Nuyken, desgl. in Münster i/W.
Nolda, desgl. in Münster i/W.
Münch, desgl. in Coblenz.
Hennings, desgl. in Oppeln.
Wegner, desgl. in Berlin.
Fischer, desgl. in Bromberg.
Krüger II, desgl. in Lüneburg.
Busch, desgl. in Merseburg.
Künzel, desgl. in Bonn.
Denecke, desgl. in Danzig.
Theholte, desgl. in Wiesbaden.
Timmermann, desgl. in Schleswig.
Sarauw, Meliorations-Bauinspecter bei der General-Commission in Münster i/W.
Quirll, Meliorations-Bauinspector in Osnabrück.
Müller, desgl. in Insterburg.
Knauer, desgl. in Königsberg O/Pr.
Alson, desgl. in Liegnitz.

5. Den diplomatischen Vertretern im Auslande sind zugetheilt:

Köhne, Regierungs- u. Baurath in St.-Petersburg.
v. Pelser-Berensberg, Baurath, Bauinspector in Wien.
Bohnstedt, Baurath, Landbauinsp. in Paris.
Hoech, Wasser-Bauinspector in Washington.
Muthesius, Regierungs-Baumeister in London.

6. Bei den Provincial-Bauverwaltungen.

Provinz Ostpreufsen.

Varrentrapp, Landes-Baurath in Königsberg.
Stahl, Landes-Bauinspector, Hülfsarbeiter bei der Central-Verwaltung in Königsberg.

Le Blanc, Baurath, Landes-Bauinspector in Allenstein.
Wienholdt, Landes-Bauinsp. in Königsberg.
Brnncke, desgl. in Tilsit.
Hülsmann, desgl. in Insterburg.

Provinz Westpreufsen.

Tiburtius, Landes-Baurath in Danzig.

Breda, Baurath, Landes-Bauinspector in Danzig.
Heise, Landes-Bauinspector, bei dem Kunstgewerbe-Museum und für die Inventarisirung der Baudenkmäler sowie als Provincial-Conservator in Danzig.
Harnisch, Landes-Bauinspector, bei dem Neubau der Provincial-Irrenanstalt in Konradstein bei Pr. Stargard.

Provinz Brandenburg.

Bluth, Landes-Baurath, Geheimer Baurath und Provincial-Conservator in Berlin.

Schubert, Baurath, Landes-Bauinspecter in Prenzlau.
Langen, desgl. desgl. in Berlin.
Wegener, desgl. desgl. in Berlin.
Techow, desgl. desgl. in Potsdam.
Peveling, desgl. desgl. in Eberswalde.
Goecke, Landes-Bauinspector bei der Landes-Hauptverwaltung, Vertreter des Landes-Bauraths in Berlin.
Friedenreich, Landes-Bauinspector in Perleberg.
Neujahr, desgl. in Landsberg a/W.

Provinz Pommern.

Drewa, Landes-Baurath in Stettin.

Provinz Posen.

Wolff, Geheimer Baurath, Landes-Baurath in Posen.
Henke, Landes-Bauinspector, bei der Landes-Hauptverwaltung in Posen.

John, Baurath, Landes-Bauinspector in Lissa i/P.
Cranz, desgl. desgl. in Gnesen.
Heffmann, desgl. desgl. in Ostrowo.
Chudzinski, desgl. desgl. in Schneidemühl.
Masoherek, desgl. desgl. in Posen.
Ziemski, Landes-Bauinspector in Bromberg.
Schönborn, desgl. in Posen.
Vogt, desgl. in Rogasen.
v. d. Osten-Sacken, desgl. in Kosten.
Pollatz, desgl. in Nakel.
Schiller, desgl. in Krotoschin.
Bartsch, desgl. in Meseritz.

Provinz Schlesien.

Keil, Geheimer Baurath und Landes-Baurath in Breslau.
Lau, Baurath, Landes-Baurath in Breslau.

Vetter, Baurath, Landes-Bauinspector in Hirschberg.
Sutter, Landes-Bauinspector in Schweidnitz.
Tanneberger, Baurath, Landes-Bauinspect. in Breslau.
Rasch, desgl. desgl. in Oppeln.
Strafsberger, desgl. desgl. in Gleiwitz.
Ansorge, Landes-Bauinspector in Breslau.
Blümner, desgl. in Breslau.
Gretschel, desgl. in Breslau.

Provinz Sachsen.

Driesemann, Landes-Baurath in Merseburg.
Salemon, Landes-Bauinspector in Merseburg.
Scheilhaas, desgl. in Merseburg.
Lucko, desgl. in Merseburg.

Kappelhoff, Landes-Bauinspector in Torgau.
Bindewald, Baurath, Landes-Bauinspector in Stendal.
Rose, desgl. desgl. in Weifsenfels.
Müller, desgl. desgl. in Erfurt.
Krebel, desgl. desgl. in Eisleben.
Tietmeyer, desgl. desgl. in Magdeburg.
Eichhorn, Landes-Bauinspector in Mühlhausen i/Th.
Rautenberg, desgl. in Gardelegen.
Geofslinghoff, desgl. in Halle a/S.
Binkowski, desgl. in Halberstadt.

Provinz Schleswig-Holstein.

Eckermann, Landes-Baurath in Kiel.

Beckmann, Landes-Bauinspect. in Pinneberg.
v. Dorrien, desgl. in Plön.
Matthiefsen, desgl. in Itzehoe.
Plamböck, desgl. in Heide.
Thordsen, desgl. in Flensburg.
Fischer, desgl. in Hadersleben.
Wornich, desgl. in Kiel.

Provinz Hannover.

Franck, Landes-Baurath in Hannover.
Nessenius, desgl. in Hannover.
Sprengell, desgl. in Hannover.

Hagenberg, Baurath, Landes-Bauinspector in Hildesheim.
Pollens, desgl. desgl. in Uelzen.
Gravenhorst, desgl. desgl. in Stade.
Rhode, desgl. desgl. in Lingen.
v. Bodecker, desgl. desgl. in Osnabrück.
Brüning, desgl. desgl. in Göttingen.
Beysen, desgl. desgl. in Clausthal.
Uhthoff, desgl. desgl. in Aurich.
Bokelberg, Landes-Bauinspector in Hannover.
Fank, desgl. in Lüneburg.
Swart, desgl. in Nienburg.
Gleystein, desgl. in Celle.
Ulex, desgl. in Geestemünde.
Greebler, desgl. in Verden.
Voigt, Landes-Baumeister in Verden.
Strebe, desgl. in Hannever.
Freitag, Regierungs-Baumeister (auftrw.) in Hannover.

Provinz Westfalen.

Lengeling, Geheimer Baurath, Landes-Baurath in Münster.

Hellweg, Baurath, Landes-Bauinspector in Münster.
Waldeck, desgl. desgl. in Bielefeld.
Kraneld, desgl. desgl. in Siegen.
Schmidts, desgl. desgl. in Hagen.
Pieper, Landes-Bauinspector in Meschede.
Vaal, desgl. in Soest.
Schleutker, desgl. in Paderborn.
Tiedtke, desgl. in Dortmund.
Luderff, Provincial-Bauinspector (für die Inventarisation der Kunst- und Geschichts-Denkmäler der Provinz Westfalen), staatlicher Provincial-Conservator in Münster.
Zimmermann, Provincial-Bauinspector in Münster.
Heidtmann, desgl. in Münster.
Honthumb, Baurath, Landes-Bauinspector in Münster.

Provinz Hessen-Nassau.

a) Bezirks-Verband des Reg.-Bez. Cassel.

Stiehl, Landes-Baurath in Cassel.
Hasselbach, Baurath, Landes-Bauinspector, technischer Hülfsarbeiter in Cassel.
Röse, Landes-Bauinspector, technischer Hülfsarbeiter in Cassel.

Brüning, Baurath, Landes-Bauinspector in Marburg.
Müller, desgl. desgl. in Rinteln.
Udet, desgl. desgl. in Cassel.
Wolff, desgl. desgl. in Fulda.
Bösser, desgl. desgl. in Kirchhain.
Herrmann, desgl. desgl. in Frankenberg.
Lindenberg, Landes-Bauinspect. in Eschwege.
Xylander, desgl. in Hersfeld.
Greymann, Baurath, Landes-Bauinspector in Rotenburg.
Wohlfarth, desgl. desgl. in Hanau.
Lambrecht, desgl. desgl. in Hofgeismar.
Winkler, Landes-Bauinspector in Gelnhausen. (Vom 1. 1. 98 an).
Köster, desgl. in Fritzlar. (Vom 1. 1. 98 an).

b) Bezirks-Verband des Reg.-Bez. Wiesbaden.

Voiges, Geheimer Baurath, Landes-Baurath in Wiesbaden.
Sauer, Landes-Bauinspector, Hülfsarbeiter bei der Landes-Direction in Wiesbaden.

Leon, Landes-Bauinspector in Wiesbaden.
Wernecke, desgl. in Frankfurt a/M.
Winkelmann, desgl. in Diez.
Eschenbrenner, desgl. in Oberlahnstein.
Scherer, desgl. in Idstein.
Henning, desgl. in Montabaur.
Rehde, desgl. in Dillenburg.
Ameke, desgl. in Rennerod.
Wagner, Baurath, Landes-Bauinspector, Brandversicher.-Inspector in Wiesbaden.

Rheinprovinz.

Schaum, Baurath, Landes-Ober-Bauinspector in Düsseldorf.
Ostrop, desgl. desgl. (für Hochbau) in Düsseldorf.

Dau, Baurath, Landes-Bauinspector in Trier.
Ittenbach, desgl. desgl. in Bonn.
Beckering, desgl. desgl. in Düsseldorf.
Rubarth, desgl. desgl. in Aachen.
Marcks, desgl. desgl. in Crefeld.
Hasse, desgl. desgl. in Siegburg.
Berggreve, desgl. desgl. in Kreuznach.
Becker, desgl. desgl. in Saarbrücken.
Schmitz, desgl. desgl. in Köln.
Weyland, Landes-Bauinspector in Neuwied.
Esser, desgl. in Coblenz.
Musset, desgl. in Elberfeld.
Berrens, desgl. in Cleve.
Hagemann, desgl. in Euskirchen.
Hübers, desgl. in Gummersbach.
Kerkhoff, desgl. in Düren.
Inheffen, desgl. in Merzig.
Schweitzer, desgl. in Wesel.
Oehme, desgl. in Prüm.
Amerlan, desgl. in Cues/Berncastel.
Quentell, desgl. in M.-Gladbach.

Themann, Landes-Bauinspector in Düsseldorf.
Magunna, Landes-Baumeister (für Hochbau) in Düsseldorf.

Hohenzollernsche Lande.

Leibbrand, Landes-Baurath in Sigmaringen.

III. Bei besonderen Bauausführungen usw.

Mohr, Geh. Baurath, Umarbeitung des Entwurfs zum masurischen Schiffahrtscanal, in Königsberg O/Pr.
Schulze (Fr.), Regierungs- und Baurath, mit der Leitung des Neubaues eines Geschäftsgebäudes für beide Häuser des Landtages betraut, in Berlin.
Krey, Regierungs- und Baurath bei der Ansiedlungs-Commision für die Provinz Westpreufsen und Posen, in Posen.
Diestel, Regierungs- und Baurath, Leitung der Neubauten für die Charité in Berlin.
Haeger, Baurath, bei der Reichstagsbau-Verwaltung in Berlin.
Dobisch, Wasser-Bauinspector, bei den Weichselstrombauten in Culm.
Wolffram, Baurath, Wasser-Bauinspector, bei dem Bau eines Schiffahrts-Canals von Dortmund nach den Emshäfen, in Münster.
Pehl, Baurath, Wasser-Bauinspector, bei dem Bau eines Schiffahrts-Canals von Dortmund nach den Emshäfen, in Rheine.
Stosch, Baurath, Wasser-Bauinspector, bei dem Bau eines Schiffahrts-Canals von Dortmund nach den Emshäfen, in Emden (s. auch I. C. 3).

Franke, Baurath, Wasser-Bauinspector, bei dem Bau eines Schiffahrts-Canals von Dortmund nach den Emshäfen, in Meppen.
Mathies, Wasser-Bauinspector, bei dem Bau eines Schiffahrts-Canals von Dortmund nach den Emshäfen, in Dortmund.
Hasenkamp, Wasser-Bauinspector, bei dem Bau eines Schiffahrts-Canals von Dortmund nach den Emshäfen, in Riesenbeck bei Rheine.
Thiele, Wasser-Bauinspector, bei dem Bau eines Schiffahrts-Canals von Dortmund nach den Emshäfen, in Lingen.
Radebold, Wasser-Bauinspector, bei dem Bau eines Schiffahrts-Canals von Dortmund nach den Emshäfen, in Herne.
Vofs, Wasser-Bauinspector, bei dem Bau eines Schiffahrts-Canals von Dortmund nach den Emshäfen, in Bevergern.
Offermann, Wasser-Bauinspector, bei dem Bau eines Schiffahrts-Canals von Dortmund nach den Emshäfen, in Meckinghoven.
Comes, Wasser-Bauinspector, bei Elbstromregulirungsbauten, in Magdeburg.

Nizze, Wasser-Bauinspector, bei den Schutzbauten auf der Insel Föhr, in Wyk.
Tant, Wasser-Bauinspector, bei den Bauausführungen im Wasserbauinspections-Bezirk Emden, in Emden.
Twiehaus, Wasser-Bauinspector, bei den Fulda-Canalisirungsbauten, in Cassel.
Rössler, Wasser-Bauinspector, bei den Ergänzungsbauten der Main-Canalisirung, in Frankfurt a/M.
Luyken, Wasser-Bauinspector, bei dem Erweiterungsbau des Ems-Jade-Canals, in Emden.
Caspari, Wasser-Bauinspector bei den Bauten der Wasser-Bauinspection in Hameln.
Dr. Steinbrecht, Baurath, Land-Bauinspector, leitet den Wiederherstellungsbau des Hochschlosses in Marienburg W/Pr.
Jasmund, Wasser-Bauinspector, bei den Wassermessungen im Rhein und Verbesserung des Fahrwassers in Coblenz.
Hennicke, Land-Bauinspector, Bearbeitung der Hochbaugeschäfte im Wasser-Baubezirk Wilhelmshaven.
Musset, Wasser-Bauinspector, bei den Bauten im Bezirk der Hafen-Bau-Inspection Swinemünde.

Koch (Paul), Wasser-Bauinspector, b. d. Umarbeit. d. Entwurfs zum masurischen Schiffahrts-Canal, in Königsb. O/Pr.

Scheck, Wasser-Bauinspector, bei den Oderstrom-Regulirungsbauten in Frankfurt a/O.

Hasak, Land-Bauinspector, bei den Neubauten auf der Museums-Insel in Berlin.

Kleinau, Baurath, Land-Bauinspector, bei den Dombauten in Berlin.

Lutsch, Land-Bauinspector, mit Inventarisirung der Kunstdenkmäler der Prov. Schlesien betraut, in Breslau.

Seeliger, Wasser-Bauinspector, Bearbeitung der Wegeablösungssachen im Reg.-Bez. Bromberg, in Bromberg.

Kreide, Wasser-Bauinspector, Beobachtung und Untersuchung der Hochwasserverhältnisse der Elbe, in Magdeburg.

Koerner, Land-Bauinspector, Leitung der Neubauten für den Botanischen Garten auf der Domäne Dahlem bei Berlin.

Poetsch, Land-Bauinspector, leitet den Neubau eines Gymnasiums in Charlottenburg.

Fischer (Paul), Bauinspector, bei der Ansiedlungs-Commission für die Provinzen Westpreufsen und Posen, in Posen.

Butz, Land-Bauinspector, leitet den Neubau des Centralgefängnisses in Breslau.

Mönnich, Land-Bauinspector, leitet den Neubau des Geschäftsgebäudes für die Civilabtheilungen des Landgerichts I und des Amtsgerichts I in Berlin.

Richter (William), Wasser-Bauinspector, bei den Weichselstrombauten in Marienburg W/Pr.

Vohl, Land-Bauinspector, beim Bau der Geschäftsgebäude für beide Häuser des Landtages in Berlin.

Kres, Wasser-Bauinspector, bei den Warthe-Regulirungsbauten in Landsberg a/Warthe.

Jacob, Baurath, Wasser-Bauinspector, Aufstellung von Ablösungsberechnungen für wegebaufiscalische Verpflichtungen, in Wongrowitz.

Köhler (Adolf), Land-Bauinspector, beim Erweiterungsbau der katholischen St. Mauritius-Kirche in Breslau.

Schnack, Wasser-Bauinspector, mit Wahrnehmung der wasserbautechnischen Geschäfte im Reg.-Bez. Liegnitz betraut, in Hirschberg i/Schl.

Held, Land-Bauinspector, Neubau des Gymnasiums in Münster i/W.

Foerster, Land-Bauinspect., leitet d. Neubau einer Strafanstalt in Tegel b. Berlin.

Senger, Wasser-Bauinspector, bei den Unterhaltungsbauten im Hafenbauinspectionsbezirk Pillau, in Pillau.

Knispel, Wasser-Bauinspector, bei den Unterhaltungsbauten im Bezirk der Hafenbauinspection, in Memel.

Labsien, Wasser-Bauinspector, bei den Netze-Regulirungsarbeiten, in Nakel.

Harnisch, Wasser-Bauinsp., bei den Netze-Regulirungsbauten, in Bromberg.

Graevell, Wasser-Bauinspector, Bau eines Fischereihafens in Geestemünde.

Unger (Karl), Wasser-Bauinspector, bei den Rheinstrom-Regulirungsbauten, in Bingerbrück.

Kersjes, Wasser-Bauinspector, beim Erweiterungsbau des Oder-Spree-Canals, in Fürstenwalde a/Spree.

Stelkens, Wasser-Bauinspector, bei den Hafenbauten in Ruhrort.

Jaenigen, Wasser-Bauinspector bei d. Rheinstrom-Regulirungsbauten in Wesel.

Aus dem Staatsdienst beurlaubt sind:

Ehrhardt, Land-Bauinspector, in Bremen.

Nakonz, Wasser-Bauinspector, in Düsseldorf.

Hein, Bauinspector, in Höxter.

Mehlifs, Wasser-Bauinspector, in Johannisburg (Sud-Afrika).

Oehmcke, Baurath, Kreis-Bauinspector, in Potsdam.

IV. Im Ressort der Reichs-Verwaltung.

A. Im Ressort des Reichsamts des Innern.

Zastrau, Geheimer Ober-Baurath, nebenamtlich beschäftigt.

Hückels, Kaiserl. Regierungsrath.

Haeger, Baurath, Reichstagsbau (s. a. III).

Schunko, Geheimer Regierungsrath, beim Schiffsvermessungsamt in Berlin.

Kaiserliches Canalamt in Kiel.

Scholer, Regierungsrath, Mitglied, in Kiel.

Kayser, Ingenieur, Vorsteher der Plankammer und des technischen Bureaus, in Kiel.

Gilbert, Canalbauinspector in Brunsbüttel.

Lütjohann, desgl. in Holtenau.

Blonkinsop, Maschinenbauinspector in Rendsburg.

B. Bei dem Reichs-Eisenbahn-Amt.

Streckert, Wirklicher Geheimer Ober-Baurath in Berlin.

Gimbel, Geheimer Ober-Regierungsrath in Berlin.

v. Misani, Geheimer Regierungsrath in Berlin.

Somler, desgl. in Berlin.

C. Bei dem Reichsamte für die Verwaltung der Reichs-Eisenbahnen.

Kriesche, Geheimer Regierungsrath in Berlin.

Sarre, Regierungsrath in Berlin.

Bei den Reichseisenbahnen in Elsafs-Lothringen und der Wilhelm-Luxemburg-Eisenbahn.

a) bei der Betriebs-Verwaltung der Reichs-Eisenbahnen.

Funke, Ober-Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.

Hering, Ober- und Geheimer Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.

Volkmar, Regierungsrath, Mitglied der General-Direction.

Franken, desgl. desgl.

Dietrich, desgl. desgl.

Rhode, desgl. desgl.

Kaeser, desgl. desgl.

(Sämtlich in Strafsburg.)

Kecker, Eisenb.-Betriebs-Director in Metz.

Ostermeyer, Eisenbahn-Betriebs-Director in Strafsburg.

Coermann, desgl. in Mülhausen.

Schröder, desgl. in Strafsburg.

Koeltze, desgl. in Saargemünd.

Hüster, Eisenbahn-Betriebs-Director, Vorst. d. maschinentechn. Bureaus in Strafsburg.

Ottmann, Eisenb.-Betriebsdirector in Colmar.

v. Bose, Eisenbahn-Betriebs-Director, Vorsteher d. bautechn. Bureaus in Strafsburg.

Benneger, Eisenb.-Betriebsdirector, Vorsteher d. Materialienbureaus in Strafsburg.

Reh, Baurath, Vorstand der Eisenbahn-Maschineninspection in Sablon.

Schultz, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector in Strafsburg.

Wachenfeld, Baurath, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Mülhausen.

Möllmann, Baurath, Vorstand der Eisenb.-Werkstätteninspection in Bischheim.

Weltin, Baurath, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector in Strafsburg.

Lachner, desgl. desgl. in Saargemünd.

Strauch, Baurath, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector in Mülhausen.

Wolff, Baurath, Vorstand der Eisenbahn-Werkstätteninspection in Montigny.

Plafs, desgl. desgl. in Mülhausen.

Bossert, Baurath, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector in Colmar.
Dr. Laubenheimer, desgl. desgl. in Metz.
Schad, Baurath, Vorstand der Eisenb.-Maschinen-Inspection in Strafsburg.
Jakoby, desgl. desgl. in Saargemünd.
Beyerlein, desgl., Stellvertreter des Vorstandes des maschinentechnischen Bureaus in Strafsburg.
Blunk, Baurath, Vorstand der Maschinen-Inspection in Mülhausen.
Bozenhardt, Baurath, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Strafsburg.
Keller, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector in Metz.
Roth, Stellvertreter des Vorstandes d. betriebstechn. Bureaus in Strafsburg.
Mayr, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector in Hagenau.
Göörtz, Eisenbahn-Maschineninspector in Saargemünd.
Rohr, Telegr.-Ober-Inspector in Strafsburg.
Kuntz, Eisenbahn-Maschineninspector in Montigny.
Fleck, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector in Saarburg.
Lohse, desgl. in Saargemünd.
Hannig, Eisenbahn-Maschineninspector in Bischheim.
Richter, desgl. in Strafsburg.
Lübken, desgl. desgl.
Hartmann, desgl. desgl.
Wagner, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector in Saargemünd.
Kriesche, desgl. in Hagenau.
Stoeklcht, desgl. in Strafsburg.
Lawaczeck, desgl. in Diedenhofen.
Drum, desgl. in Colmar.
Classen, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector in Strafsburg.
Antony, desgl. in Saargemünd.
Jaretzki, Eisenb.-Maschinen-Inspector in Strafsburg.
Müller, Eisenb.-Bau- und Betriebsinspector in Mülhausen.

b) bei der der Kaiserl. General-Direction der Eisenbahnen in Elsafs-Lothringen unterstellten Wilhelm-Luxemburg-Bahn.

de Bary, Eisenbahn-Betriebsdirector.
Schnitzlein, Baurath, Vorstand der Eisenb.-Maschineninspection.
Kuntzen, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector.
Mersch, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector.
Baltin, Eisenbahn-Maschineninspector.
Caspar, Ingenieur. (Sämtlich in Luxemburg.)

D. Bei der Reichs-Post- und Telegraphen-Verwaltung.

Hake, Geheimer Ober-Postrath in Berlin.
Zopff, Post-Baurath in Dresden.
Tuckermann, desgl. in Berlin.
Schmedding, desgl. in Leipzig.
Perdisch, desgl. in Frankfurt a. M.
Kux, desgl. in Breslau.
Stüler, desgl. in Posen.
Techow, desgl. in Berlin.
Hintze, desgl. in Stettin.
Schaeffer, desgl. in Hannover.
Bettcher, Post-Baurath in Strafsburg (Els.).
Schuppan, desgl. in Hamburg.
Winckler, desgl. in Magdeburg.
Prinzhausen, desgl. in Königsberg (Pr.).
Saegert, desgl. in Karlsruhe.
Klauwell, desgl. in Halle (Saale).
Struve, desgl. in Schwerin.
Waltz, desgl. in Potsdam.
Tonndorf, desgl. in Coblenz.
Zimmermann, Post-Bauinspector in Berlin.
Wohlbrück, Post-Bauinspector in Köln (Rhein).
Bing, desgl. in Dortmund.
Oertel, desgl. in Düsseldorf.
Wolff, desgl. in Bromberg.
Buddeberg, desgl. in Strafsburg (Els.).
Voges, desgl. in Berlin.
Ahrens, desgl. in Berlin.
Robrade, desgl. in Halberstadt.
Eiselen, desgl. in Leipzig.

Wendt, Geheimer Regierungsrath, Director der Reichsdruckerei in Berlin.

E. Bei dem preufsischen Kriegsministerium in Berlin und im Ressort desselben.

a) Ministerial-Bauabtheilung.

Appelius, Geheimer Ober-Baurath, Abtheilungs-Chef.
Bernhardt, Geheimer Ober-Baurath.
Schönhals, desgl.
Wodrig, Geheimer Baurath.
Verworn, Geheimer Baurath (charakt.).
v. Rosainski, Geheimer Baurath.
Kneisler, Intendantur- und Baurath, zur Dienstleistung.
Weinlig, Garnison-Bauinspector, technischer Hülfsarbeiter.
Richter, desgl. desgl.
Wollroff, desgl. desgl.
Mecke, desgl. desgl.
Hohn, desgl. desgl.

b) Intendantur- und Bauräthe und Garnison-Baubeamte.

1. Bei dem Garde-Corps.

Meyer, Geheimer Baurath, Intendantur- und Baurath (charakt.) in Berlin.
Rühle von Lilienstern, Intendantur- und Baurath in Berlin.
Allihn, Baurath, Garnison-Bauinspector in Potsdam.
Wieczorek, desgl. desgl. in Berlin.
Vetter, desgl. desgl. in Berlin.
Klingelhöffer, desgl. desgl. in Potsdam.
Afinger, Garnis.-Bauinsp., techn. Hülfsarb. bei der Intendantur des G.-C. in Berlin.
Feuerstein, Garnis.-Bauinspector in Berlin.
Weisenberg, Garnis.-Bauinspector in Berlin.

2. Bei dem I. Armee-Corps.

Bähcker, Intendantur- u. Baurath in Königsberg i/Pr.
v. Zychlinski, Baurath, Garnison-Bauinspector in Gumbinnen.
Schirmacher, Garnis.-Bauinspect. in Allenstein.
Knothe, desgl. in Königsberg i/Pr.
Sonnenburg, desgl. in Königsberg i/Pr.
Jankowfski, Garnison-Bauinspector, mit Wahrn. der Geschäfte des Garnis.-Baubeamten beauftragt in Lyck.
Krieg, Garnison-Bauinspector, techn. Hülfsarbeiter bei der Intendantur des I. A.-C. in Königsberg i/Pr.
Fischer, Garnison-Bauinspector, mit Wahrnehmung der Geschäfte des Garnison-Baubeamten beauftragt in Insterburg.

3. Bei dem II. Armee-Corps.

Dublański, Intendantur- und Baurath in Stettin.
Gummel, Baurath, Garnison-Bauinspector in Stralsund.
Neumann, desgl. desgl. in Kolberg.
Scharenberg, desgl. desgl. in Stettin.
Hellwich, desgl. desgl. in Stettin.
Stuckhardt, Garnison-Bauinspector in Bromberg.
Szymański, desgl. } techn.
Trautmann, desgl. } Hülfsarb. bei d. Intend. des II. A.-C. in Stettin.

4. Bei dem III. Armee-Corps.

Rofsteuscher, Intendantur- u. Baurath in Berlin.
Koehne, Baurath, Garnison-Bauinspector in Frankfurt a/O.
Klatten, Baurath, Garnison-Bauinspector in Berlin.
v. Fisenne, Baurath, Garnison-Bauinspector in Spandau.

5. Bei dem IV. Armee-Corps.

Ahrendts, Intendantur- und Baurath in Magdeburg.
Stegmüller, desgl. in Magdeburg.
Ullrich, Baurath, Garnison-Bauinspector in Erfurt.
Schneider, desgl. desgl. in Halle a/S.
Grell, desgl. desgl. in Magdeburg.
Reimer, desgl. desgl. in Torgau.
Schwenck, desgl. desgl. in Magdeburg.
Zappe, Garnison-Bauinspector in Magdeburg.
Polack, desgl. in Naumburg a/S.
Schöpperle, desgl. technischer Hülfsarbeiter bei der Intendantur des IV. A.-C. in Magdeburg.

6. Bei dem V. Armee-Corps.

Schneider, Intendantur- und Baurath in Posen.
Lehmann, Baurath, Garnison-Bauinspector in Liegnitz.
Bode, desgl. desgl. in Posen.

Blenkle, Baurath, Garnison-Bauinspector in Posen.
Lattke, Garnison-Bauinspector in Glogau.

7. Bei dem VI. Armee-Corps.

Steinberg, Geheimer Baurath (charakt.), Intendantur- und Baurath in Breslau.
Veltman, Baurath, Garnison-Bauinspector in Breslau.
Kahrstedt, desgl. desgl. in Neifse.
Scholze, Garnison-Bauinspector in Gleiwitz.
Lichner, desgl. in Breslau.

8. Bei dem VII. Armee-Corps.

Schmedding, Baurath, Garnis.-Bauinspector, zur Wahrn. der Intend. und Baurathsstelle bestimmt, in Münster.
Rokohl, Baurath, Garnis.-Bauinspector in Münster.
Stabel, Garnis.-Bauinspector in Düsseldorf.
Doege, desgl. in Minden.
Krebs, desgl. in Wesel.
Kraft, desgl., techn. Hülfsarb. bei der Int. des VII. A.-C. in Münster.

9. Bei dem VIII. Armee-Corps.

Schmidt, Intendantur- u. Baurath in Coblenz.
Beyer, desgl. in Coblenz.
Hauck, Baurath, Garnis.-Bauinspect. in Köln.
Schmid, desgl. desgl. in Köln.
Pasdach, Garnison-Bauinspector in Coblenz.
Lehnew, desgl. in Coblenz.
Hahn, desgl. in Köln.
Maurmann, desgl. in Trier.
Meyer, desgl., techn. Hülfsarb. bei der Intendantur des VIII. A.-C. in Coblenz.
Gofsner, Garnis.-Bauinspector in Coblenz.

10. Bei dem IX. Armee-Corps.

Gerstner, Geheimer Baurath (charakt.), Intendantur- u. Baurath in Altona.
Arendt, Baurath, Garnison-Bauinspector in Rendsburg.
Göbel, desgl. desgl. in Altona.
Wutsdorff, desgl. desgl. in Schwerin.
Hagemann, Garnis.-Bauinspect., mit Wahrn. der Geschäfte des Garnison-Baubeamten des einstweilig eingerichteten Baukreises beauftragt, in Plön.
Schrader, Garnis.-Bauinspector, technischer Hülfsarbeiter bei der Intendantur des IX. A.-C. in Altona.

11. Bei dem X. Armee-Corps.

Jungeblodt, Intendantur- und Baurath in Hannover.
Linz, Baurath, Garnis.-Bauinsp. in Hannover.
Koch, Baurath, Garnison-Bauinspector in Braunschweig.
Andersen, desgl. desgl. in Hannover.
Koppers, desgl. desgl. in Oldenburg.
Hallbauer, Garnis.-Bauinsp., technischer Hülfsarbeiter bei der Intendantur des X. A.-C. in Hannover.

12. Bei dem XI. Armee-Corps.

Duisburg, charakt. Geheimer Baurath, Intendantur- und Baurath in Cassel.
Brook, Intend.- und Baurath in Cassel.
Rettig, Baurath, Garnison-Bauinspector in Mainz.
Reinmann, desgl. desgl. in Mainz.
Pieper, desgl. desgl. in Hanau.
Rohlfing, Garnison-Bauinspector in Meiningen.
Schild, desgl. in Darmstadt.
Soenderop, desgl. in Cassel.
Koppen, desgl. } techn. Hülfsarb. b. d. Intend.
Berninger, desgl. } des XI. A.-C. in Cassel.
Pfaff, Garnison-Bauinspector in Worms.

13. Bei dem XIV. Armee-Corps.

Bruhn, Geheimer Baurath (charakt.), Intendantur- u. Baurath in Karlsruhe.
Atzert, Baurath, Garnison-Bauinspector in Mülhausen i/E.
Hartung, desgl. desgl. in Freiburg i/Baden.
Jannasch, desgl. desgl. in Karlsruhe.
Wellmann, desgl. desgl. in Karlsruhe.
Kolb, Garnison-Bauinspector, techn. Hülfsarbeiter bei der Intendantur des XIV. A.-E. in Karlsruhe.

14. Bei dem XV. Armee-Corps.

Bandke, Geheimer Baurath (charakt.), Intendantur- u. Baurath in Strafsburg i/E.
Saigge, Intendantur- u. Baurath in Strafsburg i/E.
Kahl, Baurath, Garnison-Bauinspector in Strafsburg i/E.
Bösensell, Baurath, Garn.-Bauinspector in Strafsburg i/E.
Mebert, Garn.-Bauinsp. in Strafsburg i/E.
Buschenhagen, desgl. in Strafsburg i/E.
Paepke, Garn.-Bauinsp. in Saarburg.
Kund, desgl. in Strafsburg i/E.
Lieber, desgl. in Mutzig.
Siburg, desgl. } techn. Hülfsarb. bei d.
Liebenau, desgl. } Intend. des XV. A.-C. in Strafsburg i/E.

15. Bei dem XVI. Armee-Corps.

Stolterfoth, Intendantur- u. Baurath in Metz.
Gabe, desgl. in Metz.
Knitterscheid, Baurath, Garnison-Bauinspector in Metz.
Herzfeld, Garnis.-Bauinsp. in Metz.
Knoch, desgl. in Metz.
Sorge, desgl. in Metz.
Fromm, desgl. } techn. Hülfsarb. b. d.
Güthe, desgl. } Intend. d. XVI. A.-C. in Metz.

16. Bei dem XVII. Armee-Corps.

Kalkhof, Intendantur- u. Baurath in Danzig.
Kienitz, Baurath, Garnison-Bauinspector in Graudenz.
Heckhoff, desgl. desgl. in Thorn.
Leeg, desgl. desgl. in Thorn.
Hildebrandt, desgl. desgl. in Danzig.
Rathke, Garn.-Bauinsp. in Danzig.
Stahr, desgl. in Danzig.
Rahmlow, desgl. in Graudenz.
Hanfsknecht, desgl. in Thorn.
Berghaus, Garnison-Bauinspector, technischer Hülfsarbeiter bei der Intendantur des XVII. A.-C. in Danzig.

17. Bei der Intendantur der militärischen Institute.

Zaar, Intendantur- und Baurath in Berlin.
Böhmer, Baurath, Garnison-Bauinspector in Berlin.
Schultze, Garnison-Bauinspector in Spandau.
Knirck, desgl. in Spandau.
Maillard, desgl., technischer Hülfsarbeiter bei der Intendantur der militär. Institute.

F. Bei dem Reichs-Marine-Amt.

1. Im Reichs-Marine-Amt in Berlin.

Dietrich, Wirklicher Geheimer Admiralitätsrath, Vorstand der Constructionsabtheilung des Reichs-Marine-Amts, Chefconstructeur der Kaiserlichen Marine, Professor.
Rechtern, Geheimer Admiralitätsrath und vortragender Rath.
Langner, Geh. Admiralitätsrath u. vortr. Rath.
Krafft, Wirklicher Admiralitätsrath.
Rudloff, Marine-Ober-Baurath u. Schiffbau-Director.
Bertram, desgl. u. Maschinenbau-Director.
Kasch, Marine-Baurath und Schiffbau-Betriebsdirector.
Veith, Marine-Baurath und Maschinenbau-Betriebsdirector.
Kretschmer, desgl. u. Schiffb.-Betriebsdirect.
Köhn v. Jaski, Marine-Maschinenbauinsp.
Eickenrodt, Marine-Maschinenbauinspector.
Eichhorn, Marine-Schiffbaumeister.
Schirmer, desgl.
Bürkner, desgl.
Müller, Marine-Maschinenbaumeister.
Zeidler, Intendantur- und Baurath.

2. Bei den Werften.

a) Werft in Kiel.

Franzius, Marine-Oberbaurath und Hafenbau-Director, Geh. Marine-Baurath.
Meyer, Marine-Ober-Baurath u. Maschinenbau-Director, Geh. Marine-Baurath.
Hofsfeld, Marine-Ober-Baurath und Schiffbau-Director.
Lehmann, Marine-Baurath u. Maschinenbau-Betriebsdirector.
Uthemann, desgl. desgl.
Brinkmann, desgl. und Schiffbau-Betriebsdirector.
Müller, Marine-Hafenbaudirector (charakt.) und Marine-Baurath (charakt.).
Hoffert, Marine-Maschinenbauinspector, Marine-Baurath (charakt.).
Thomsen, Marine-Maschinenbauinspector, Marine-Baurath (charakt.).

Gremsch, Marine-Hafenbauinspector.
Flach, Marine-Schiffbauinspector.
Hüllmann, desgl.
Stieber, Marine-Hafenbauinspecter.
Fritz, Marine-Maschinenbaumeister.
Bonhage, desgl.
Plehn, desgl.
Schmidt (Eugen), Marine-Schiffbaumeister.
Konew, desgl.
Wellenkamp, desgl.
Neudeck, desgl.
Bergemann, desgl.
Kuck, desgl.
Schulthes, Marine-Maschinenbaumeister.
Müller, Marine-Schiffbaumeister.
Brommundt, Marine-Maschinenbaumeister.
William, desgl.
Schulz, desgl.
Friese, Marine-Schiffbaumeister.
Berling, Marine-Bauführer des Maschinenbaufaches.
Brotzky, desgl. des Schiffbaufaches.
v. Buchholtz, desgl. des Maschinenbaufaches.
Buschberg, desgl. des Schiffbaufaches.
Frankenberg, desgl. des Maschinenbaufaches.
Gerlach, desgl. desgl.
Grauert, desgl. desgl.
Hennig, desgl. desgl.
Kluge, desgl. des Schiffbaufaches.
Lösche, desgl. desgl.
Malisius, desgl. desgl.
Methling, desgl. des Maschinenbaufaches.
Mugler, desgl. desgl.
Neumann (Wilhelm) desgl. desgl.
Petersen, desgl. des Schiffbaufaches.
Schürmann, desgl. des Maschinenbaufaches.
Vogeler, desgl. desgl.
Weifs, desgl. des Schiffbaufaches.
Winter, desgl. des Schiffbaufaches.

b) Werft in Wilhelmshaven.

Afsmann, Marine-Ober-Baurath u. Maschinenbau-Directer.
Jaeger, desgl. und Schiffbau-Directer.
Petzsch, Marine-Baurath u. Maschinenbau-Betriebsdirector.
Brennecke, Marine-Baurath u. Hafenbau-Betriebsdirector.
Krieger, Marine-Baurath und Schiffbau-Betriebsdirector.
Nott, desgl. und Maschinenbau-Betriebsdirector.
Schwarz, desgl. und Schiffbau-Betriebsdirecter.
Strangmeyer, Marine-Maschinenbauinspector.
Thämer, desgl.
Plate, desgl.
Schöner, Marine-Hafenbauinspector.
Radant, desgl.
Mönch, Marine-Hafenbaumeister.
Moeller, desgl.
Beckbacker, Marine-Schiffbaumeister.
Collin, Marine-Maschinenbaumeister.
Beck, Marine-Schiffbaumeister.
Reimers, desgl.
Schmidt (Harry), desgl.
Hünerfürst, desgl.
Presse, desgl.
Boekholt, desgl.
Reitz, Marine-Maschinenbaumeister.
Scheurich, Marine-Schiffbaumeister.
Jasse, Marine-Maschinenbaumeister.
Grabow, desgl.
Süfsenguth, Marine-Schiffbaumeister.
Krell, Marine-Maschinenbaumeister.
Hartmann, Marine-Schiffbaumeister.
Breymann, Marine-Bauführer d. Maschinenbaufaches.
Cleppien, desgl. des Schiffbaufaches.
Dix, desgl. desgl.
Domke, desgl. des Maschinenbauf.
Engel, Marine-Bauführer des Maschinenbaufaches
Freyer, desgl. desgl.
Marquardt, desgl. desgl.
Martens, desgl. des Schiffbaufaches.
Mayer, desgl. d. Maschinenbaufaches.
Neumann (Emil), desgl. des Maschinenbaufaches.
Paulus, desgl. des Schiffbaufaches.
Pephauken, desgl. des Maschinenbaufaches
Strache, desgl. desgl.
Wahl, desgl. des Schiffbaufaches.

c) Werft in Danzig.

Bieske, Marine-Ober-Baurath u. Hafenbau-Directer.
Dübel, desgl. und Maschinenbau-Director.
Wiesinger, desgl. und Schiffbau-Director.
Mechlenburg, Marine-Maschinenbauinspector, Marine-Baurath (charakt.).
Weispfenning, desgl. desgl.
Goecke, Marine-Schiffbauinspector.
Pilatus, Marine-Schiffbaumeister.
Euterneck, Marine-Maschinenbaumeister.

3. Bei der Inspection des Torpedowesens in Kiel.

Beck, Marine-Ober-Baurath u. Maschinenbau-Directer.
Klamroth, Marine-Maschinenbaumeister.
Hölzermann, Marine-Schiffbaumeister.
Arendt, Marine-Schiffbaumeister.

4. Bei der Marine-Intendantur in Kiel.

Bugge, Geheimer Baurath in Kiel.
Richter, Marine-Maschinenbaumeister.

5. Bei der Marine-Intendantur in Wilhelmshaven.

Wüerst, Intendantur- und Baurath.

Verzeichnifs der Mitglieder der Akademie des Bauwesens in Berlin.

Präsident: Wirklicher Geheimer Ober-Regierungsrath Kinel.

A. Abtheilung für den Hochbau.

1. Ordentliche Mitglieder.

1. Ende, Geheimer Regierungsrath u. Professor, Stellvertreter des Präsidenten.
2. Adler, Wirkl. Geh. Ober-Baurath und Professor, Abtheilungs-Dirigent.
3. Blankenstein, Geh. Baurath, Stadt-Baurath a. D.
4. Cornelius, Wirklicher Geheimer Ober-Regierungsrath.
5. Emmerich, Geheimer Baurath.
6. v. Grefsheim, Baurath.
7. Heyden, desgl.
8. Jacobsthal, Geheimer Regierungsrath, Professor.
9. Kayser, Baurath.
10. Kühn, Professor u. Baurath.
11. Nath, Geheimer Ober-Baurath.
12. Otzen, Geh. Regierungsrath u. Professor.
13. Persius, Geh. Ober-Regierungsrath.
14. Raschdorff, Geheimer Regierungsrath und Professor.
15. Schmieden, Baurath.

2. Aufserordentliche Mitglieder.

1. Dr. v. Beyer, Professor in Ulm.
2. Dr. Durm, Ober-Baudirector und Professor in Karlsruhe i/Baden.
3. Eggert, Geheimer Baurath in Berlin.
4. v. Egle, Hof-Baudirecter in Stuttgart.
5. Geselschap, Maler und Professor in Berlin.
6. Giese, Baurath u. Professor in Dresden.
7. Hake, Geh. Ober-Postrath in Berlin.
8. Hase, Geheimer Regierungsrath u. Professor a. D. in Hannover.
9. Hinckeldeyn, Ober-Baudirector in Berlin.
10. von der Hude, Baurath, Stellvertreter des Abtheilungs-Dirigenten in Berlin.
11. Dr. Jordan, Geheimer Ober-Regierungsrath a. D. in Berlin.
12. Reimann, Geh. Ober-Baurath in Berlin.
13. v. Siebert, Ober-Baudirector in München.
14. Dr. Schöne, Excellenz, Wirklicher Geh. Rath in Berlin.
15. Schaper (F.), Bildhauer und Professor in Berlin.
16. Schwechten, Baurath in Berlin.
17. Voigtel, Geh. Regierungsrath in Köln.
18. Dr. Wallot, Geheimer Baurath und Professor in Dresden.
19. v. Werner, Director und Professor in Berlin.
20. Wolff, Baurath u. Professor in Berlin.
21. Zastrau, Geheimer Ober-Baurath in Berlin.

B. Abtheilung für das Ingenieur- und Maschinenwesen.

1. Ordentliche Mitglieder.

1. Kinel, Wirklicher Geheimer Ober-Regierungsrath, Präsident.
2. Wiebe, Excellenz, Wirklicher Geheimer Rath, Abtheilungs-Dirigent.
3. Baensch, Excellenz, Wirkl. Geheimer Rath.
4. Dresel, Geheimer Ober-Baurath.
5. Keller, desgl.
6. Kozlowski, desgl.
7. Lange, desgl.
8. Müller-Breslau, Geh. Regierungsrath, Professor.
9. Pintsch (Richard), Geh. Commercienrath und Fabrikbesitzer.
10. Schröder, Ober-Bau- und Ministerial-Director, Stellvertreter des Abtheilungs-Dirigenten.
11. Siegert, Wirkl. Geh. Ober-Baurath.
12. Streckert, desgl.
13. Stambke, Geheimer Ober-Baurath z. D.
14. Wex, Wirkl. Geheimer Ober-Baurath, Eisenb.-Directions-Präsident a. D.
15. Wichert, Geheimer Ober-Baurath.

2. Aufserordentliche Mitglieder.

1. v. Brockmann, Ober-Baurath a. D. in Stuttgart.
2. R. Cramer, Ingenieur in Berlin.
3. Dieckhoff, Wirklicher Geheimer Ober-Baurath in Berlin.
4. Ritter von Ebermayer, Generaldirector der Königl. Bayerischen Staats-Eisenbahnen in München.
5. Franzius, Ober-Baudirector in Bremen.
6. Ritter von Grove, Prof. in München.
7. Haack, Ingenieur in Charlottenburg.
8. Dr. Hobrecht, Geheimer Baurath, Stadt-Baurath a. D. in Berlin.
9. Honsell, Ober-Baudirector u. Professor in Karlsruhe.
10. Küll, Geh. Ober-Baurath z. D. in Berlin.
11. Kunisch, Geheimer Ober-Regierungsrath in Berlin.
12. Köpcke, Geheimer Rath in Dresden.
13. Launhardt, Geheimer Regierungsrath und Professor in Hannover.
14. v. Münstermann, Geheimer Baurath in Berlin.
15. Rechtern, Geheimer Admiralitätsrath in Berlin.
16. Dr. Scheffler, Ober-Baurath in Braunschweig.
17. Dr. Slaby, Geheimer Regierungsrath u. Professor in Charlottenburg.
18. Veitmeyer, Geheimer Baurath, Civilingenieur in Berlin.
19. Wöhler, Kaiserl. Geheimer Regierungsrath a. D. in Hannover.
20. Dr. Zeuner, Geheimer Rath u. Professor in Dresden.
21. Dr. Zimmermann, Geheimer Ober-Baurath in Berlin.

Halle a. S., Buchdruckerei des Waisenhauses.

JAHRGANG XLVIII. 1898. HEFT IV BIS VI.

Das neue Regierungs-Dienstgebäude in Osnabrück.

(Mit Abbildungen auf Blatt 17 bis 19 im Atlas.)

Das neue Dienstgebäude für die Königliche Regierung in Osnabrück ist in den Jahren 1893 bis 1896 errichtet worden. Die genannte Behörde war früher in zwei gesonderten Gebäuden untergebracht; das eine — in der Hakenstrafse — enthielt die Diensträume der drei Abtheilungen und des Bezirksausschusses, das andere — am Domplatze —, einst für das Königliche hannoversche Obergericht bestimmt, die Regierungs-Hauptkasse und das Katasteramt. Die getrennte Lage der Geschäftsräume war für den Dienstbetrieb sehr störend, auch entsprachen Ausdehnung und Zustand der beiden Häuser so wenig den an öffentliche Gebäude zu stellenden Anforderungen, dafs bereits vor etwa fünfzehn Jahren Abhülfe in Aussicht genommen wurde. Die ursprüngliche Absicht, durch einen Umbau des um 1675 als fürstbischöflicher Wohnsitz entstandenen Königlichen Schlosses zusammenhängende Räume für die Regierung zu beschaffen, wurde nach der Aufstellung eines ausführlichen Entwurfes wegen der schlechten Beschaffenheit des alten Baubestandes wieder aufgegeben; die Ausführung eines Neubaues auf einem bereits im Jahre 1876 angekauften fiscalischen Grundstücke am Kanzlerwalle erhielt den Vorzug. Durch den jetzigen Geheimen Ober-Baurath Zastrau wurde hiernach 1892 im Ministerium der öffentlichen Arbeiten ein Entwurf aufgestellt, dessen Ausführung im Anfange des Jahres 1893 der Landtag genehmigte.



Abb. 1. Treppenhaus.

Die langgestreckte Hauptfront des Gebäudes sieht nach Westen und wendet sich dem Kanzlerwalle zu, einem Theile des mit Gartenanlagen versehenen Promenadenweges, welcher im Zuge der ehemaligen Befestigungen die Stadt im Norden und Westen umgiebt. Südlich führt am Regierungsgebäude die Katharinenstrafse, nördlich die erst theilweise freigelegte Rolandstrafse vorbei; an die Westgrenze stofsen Nachbargrundstücke an. Der Neubau, welcher keine Dienstwohnung für den Präsidenten enthält, weist am Kanzlerwalle einen breiten, höher geführten Mittelbau mit dem Haupteingange und an den Seitenstrafsen zwei Flügel auf, die an der Hauptfront als Endvorlagen betont worden sind. Zum Hofe führt von der Rolandstrafse aus ein überdeckter Durchgang und von der Katharinenstrafse her eine offene Zufahrt mit eisernem Gitterthore und seitlicher Pforte.

Der Neubau hat über einem durchschnittlich 1 m unter dem Gelände liegenden, 3,30 m hohen Kellergeschosse ein Erdgeschofs von 4,50 m, ein I. Stockwerk von 4,40 m (im Mittelbau 5,55 m) und einen Drempel von 1,80 m Höhe. An der Hinterfront des Vordergebäudes ist im Drempel noch ein 3,80 m hoher gewölbter Verbindungsgang hergestellt worden, der von den Seitenflügeln zu dem 3,52 m hohen Obergeschosse des Mittelbaues führt. Im Kellergeschosse befinden sich die Dienstwohnungen für den Heizer und zwei Unterbeamte, Wirthschaftskeller und eine Waschküche, sowie die Steindruckerei und die Centralheizung. Das Erdgeschofs enthält die Räume der Regierungs-Hauptkasse, des Bezirksausschusses und des Katasteramtes, die Bücherei und das Lesezimmer. Im Erdgeschofs ist eine Dienstwohnung für den Botenmeister vorgesehen. Bei der Anordnung der Kassenräume wurde Werth darauf gelegt, dafs der Verkehr des Publicums die Buchhaltereien, das Landrentmeister- und das Zahl-Zimmer ohne Gegenströmung durchlaufen kann. Der letztgenannte Raum öffnet sich nach dem Corridore mit zwei Thüren, von denen eine als Eingang, die andere als Ausgang dient, sodafs an den Hauptzahltagen jede Verkehrstörung erfolgreich verhütet werden kann. In den Sitzungssaal des Bezirksausschusses treten dessen Mitglieder durch eine Corridorthür zunächst dem Mittelbau ein; für die Parteien, die Rechtsanwälte und das Publicum ist eine besondere Thür vorgesehen worden. Das an den Sitzungssaal anstofsende Zimmer des Directors dient zugleich als Berathungszimmer. Das I. Stockwerk enthält im Mittelbau zunächst am Haupttreppenhause die Sitzungssäle für das Plenum und für die Abtheilungen, sowie das Dienstzimmer des Präsidenten, im nördlichen Flügel die Decernenten-Zimmer, Registraturen und

Bureaux der Abtheilung I, im südlichen die gleichartigen Räume der Abtheilungen II und III. Der Verkehr mit den Registraturen vollzieht sich überall auf kurzem Wege, sodafs die Anlage von Actenaufzügen entbehrlich war. Das II. Stockwerk des Mittelbaues enthält die Kanzlei. Für zurückgelegte Acten bieten die Dachböden ausreichenden Raum.

Die mit möglichst wetterbeständigem Gesteine verblendeten Fronten sind in einfachen Formen ausgebildet; nur der Haupteingang, die Bogenfelder über den gekuppelten Fenstern der Endvorlagen und der Mittelgiebel sind mit Laubwerk, dem preufsischen Wappen und den Wappen von sechs Städten des Regierungsbezirkes geschmückt worden. Für die Gliederungen der Strafsenfronten gelangte ein weifsgelblicher Sandstein aus den Brüchen am Regenstein bei Blankenburg a. H., für die Flächenverblendung ein quarzreicher, sehr harter Kohlensandstein von Ibbenbüren zur Verwendung. Die Gliederungen der Hoffronten bestehen aus Ibbenbürener Stein, während die Flächen mit hammerrecht bearbeiteten Kalkbruchsteinen verblendet sind. Solche, in unmittelbarer Nähe von Osnabrück am Westerberge gebrochen, haben — in Verbindung mit Ziegelsteinen — auch zur Herstellung der Hintermauerung und der Zwischenwände gedient. Die Architekturtheile der Eingangshalle, des Vorraumes und des Haupttreppenhauses sind aus Obernkirchener Sandstein hergestellt. Von der Verwendung des bildsameren Baumberger Kalksteines zu den verzierten Mittelsäulen des Haupttreppenhauses mufste aus statischen Gründen Abstand genommen werden. Die erhebliche Belastung, welche durch die Gurtbögen in schräger Richtung auf die Seitenmauern zu übertragen war, gab wegen des mangelnden Widerlagers Anlafs zu einer Hülfsconstruction, durch die nur senkrechter Druck auf die Seitenwände und Mittelsäulen übertragen wird. Die Last der Obermauer und des Daches wurde durch einen dreifachen Träger abgefangen und ohne Hülfe der Gurtbögen unmittelbar auf die Mittelsäulen und die Seitenwände übertragen. Die Kreuzgewölbe sind nicht zur Aufnahme des Fufsbodens benutzt worden; letzterer ruht auf flachen Betonkappen zwischen Nebenträgern, sodafs seine ganze Eigenlast und Belastung sich nur senkrecht auf die Mittelsäulen und Seitenwände überträgt. Die Belastung der Säulen ist hierdurch auf 23 kg für das Quadratcentimeter gestiegen; das Versetzen der Trommeln aus Obernkirchener Sandstein erheischte besondere Vorsicht. Sämtliche Kellerräume, die Eintrittshallen, die Kassen-, Archiv- und Registraturräume, die Corridore und Abtritte sind überwölbt, zum Theil zwischen eisernen Trägern. In den grofsen Registraturräumen, der Bücherei und dem Zeichensaale des Katasteramtes haben die Unterzüge eine mittlere Stütze, bestehend aus zusammengenieteten Winkeleisen und Mittelblechen, erhalten, in unmittelbarer Verbindung mit dem Stege der Träger. Diese Stützen sind zwischen den beiden Geschossen durch je eine schmiedeeiserne wagerechte Platte, in welche zur Sicherung gegen Verschiebungen der kreuzförmige Stützen-Querschnitt eingehobelt ist, mit einander verbunden. Die Stützen wurden mit Drahtputz ummantelt und mit Capitell und Sockelglied versehen. Auf die Ausführung und Sicherung des Schatzraumes der Regierungs-Hauptkasse ist, unter Benutzung der neuesten Erfahrungen, besondere Sorgfalt verwandt worden. Die Räume der Kassenregistratur und des Katasterarchives sind durch eiserne Thüren und Läden, sowie durch kräftige Fenstervergitterungen gesichert worden. Die Fufsböden in den Dienstzimmern und Wohnungen bestehen aus Kiefernholz, die dem Publicum zugänglichen Räume, die Sitzungssäle und das Zimmer des Präsidenten sind mit eichenen Stabböden, die Flure und die Abtritte mit Terrazzo-, die Hallen mit Mettlacher Fliesenböden versehen.



Abb. 2. Plenar-Sitzungssaal.

Die innere Ausstattung des Dienstgebäudes ist möglichst einfach gehalten. Nur die Vorhalle, das Haupttreppenhaus und die Sitzungssäle (vgl. Text-Abb. 1 u. 2) wurden mit einem getönten Wachsfarbenanstrich versehen, unter Hervorhebung einzelner Bautheile, wie der Gewölbeanfänger und Schlufssteine, durch bunte Farben und sparsame Vergoldung. Das grofse fünftheilige Fenster, welches allein Vorhalle und Treppenhaus beleuchtet, ausgeführt von Professor A. Linnemann in Frankfurt a. M., enthält in seinem oberen Theile in farbiger Umrahmung den preufsischen Adlerschild mit seinen Schildhaltern, überragt von der Königskrone. An den Kämpfer des Fensters schliefst sich unterhalb ein Fries, welcher von Kränzen umwundene Schildchen mit den Landesfarben des Königreiches Preufsen, der Provinz Hannover und des ehemaligen Fürstenthumes Osnabrück zeigt. Gehänge leiten zu dem unteren, in grünem Tone rautenförmig verglasten Theile des Fensters hinüber. Die Decken der kleineren Sitzungssäle sind in lichten

Tönen gemalt, die Wände mit Schablonenmustern verziert. Der Hauptsitzungssaal, den eine Betondecke mit Stichkappen schliefst, wurde besser ausgestattet. Ein 2 m hohes, dunkel braunroth getöntes Holzpaneel bedeckt den unteren Theil der braungelb gefärbten Wände; die lichter gestimmte Decke ist in den Gründen der Hohlkehle und der Cassetten mit Mustern auf farbigem Grunde geschmückt. Die Decernentenzimmer wurden tapezirt, alle übrigen Diensträume in Leimfarbe gestrichen. Die Einrichtungsstücke sind für die Sitzungssäle und Decernentenzimmer aus Eichenholz, für die übrigen Diensträume aus Kiefern- oder Tannenholz hergestellt.

Die Erwärmung der Diensträume erfolgt durch eine wegen der langgestreckten Gestalt des Gebäudes in zwei Systemen angeordneten Warmwasserheizung. Die aus je zwei gekuppelten Cornwallkesseln von 13 qm Heizfläche bestehende Kesselanlage ist im Keller da untergebracht worden, wo die Seitenflügel an das Vorderhaus stofsen. Als Heizkörper dienen in den Sitzungssälen und dem Zimmer des Regierungs-Präsidenten Cylinderöfen, in den übrigen Räumen Doppelrohrregister und Rippenheizkörper. Die Doppelrohrregister ruhen auf gufseisernen Consolen an den Wänden, wodurch die Ansammlung von Staub unter den Körpern verhütet und die Anbringung der Register schon vor dem Verlegen der Fufsböden ermöglicht wurde. Besondere Entlüftungseinrichtungen sind nicht vorgesehen; soweit erforderlich, wurden Glasjalousieen in den Fenstern angebracht.

Nach den Bestimmungen der Osnabrücker Sielordnung dürfen nur flüssige Abgänge in die städtischen Canäle geleitet werden. Daher mufsten für die Abtritte gemauerte Gruben angelegt werden, deren Inhalt zeitweise durch Abfuhr beseitigt wird. Die Abtritte werden unter Einschränkung des Wasserverbrauches durch Spülkästen gespült. Die Beleuchtung geschieht durch Auersches Gasglühlicht in den Fluren und Treppenhäusern, den Sitzungssälen, den Registraturen, sowie in den Katasterzimmern, in welchen auch abends gezeichnet werden mufs. Die Sitzungssäle für das Plenum und für die Abtheilungen erhielten Kronleuchter aus Messinggufs, die übrigen Räume Beleuchtungskörper aus Schmiedeeisen mit Kupfertheilen.

Mit der Bauausführung, welche unter dem Baurathe Reifsner der Regierungs-Baumeister Baltzer leitete, wurde am 1. October 1893 begonnen. Die Grundmauern konnten noch in demselben Jahre hergestellt werden; im folgenden gelang es, das Gebäude bis auf den Mittelbau unter Dach zu bringen und vorläufig einzudecken. Die Baumaterialien wurden durch einen am Mittelbau angebrachten, mit einem zweipferdigen Gasmotor betriebenen Aufzug gehoben. Die weitere Vertheilung erfolgte mittels kleiner Handwagen auf Gleisen, welche vom Mittelbau aus die Corridore durchliefen. Die Arbeiten des inneren Ausbaues, welche in den Seitenflügeln bereits im Frühjahr 1895 begonnen waren, konnten im Mittelbau wegen eines Ausstandes der Arbeiter erst im September, nach bewirkter Eindeckung des Daches, in Angriff genommen werden. Trotzdem gelang es, alle Arbeiten bis zur festgesetzten Frist — Anfang Juli 1896 — fertig zu stellen. Die Baukosten waren im ganzen zu 613200 ℳ veranschlagt, wovon 570000 ℳ auf das Hauptgebäude und 43200 ℳ auf die Nebenanlagen und die Einrichtungsstücke entfielen. Bei der Ausführung hat sich eine Ersparnifs von rund 61000 ℳ ergeben. An Kosten für das Hauptgebäude sind rund 512000 ℳ erwachsen; für die Nebenanlagen und die Einrichtungsstücke wurden rund 40000 ℳ verausgabt. Bei einer bebauten Grundfläche von rund 1758 qm und einem umbauten Raume von rd. 26527 cbm haben die Einheitspreise bei dem Hauptgebäude 291,2 ℳ für 1 qm bezw. 19,3 ℳ für 1 cbm betragen.

Die Hauptfront des Rathhauses in Bocholt.

(Mit Abbildung auf Blatt 20 im Atlas.)

Nachdem die Renaissance sich aufserhalb Italiens seit den ersten Jahrzehnten des sechzehnten Jahrhunderts allmählich der mittelalterlichen Bauweise gegenüber schrittweise Geltung verschafft hatte, gelangte sie während der zweiten Hälfte jenes Jahrhunderts in den einzelnen Ländern zu allgemeiner Entwicklung. Neben Deutschland und Frankreich nahm die neue Kunstrichtung vor allem in Holland einen bedeutsamen Aufschwung und verbreitete sich in der eigenartigen Ausbildung, welche sie hier gefunden hatte, mit grofser Schnelligkeit über den ganzen Norden von Europa.

Ein vortreffliches Beispiel dieser malerischen alten Bauweise bietet das Rathhaus der Stadt Bocholt in Westfalen, welches ganz unter dem Einflusse der holländischen Kunstrichtung entstanden ist, da der früher dem Bisthume Münster zugehörige Ort in dem westlichen Zipfel der Provinz unmittelbar an der holländischen Grenze liegt. Mit der Ausführung des Bauwerkes ist nach chronistischen Mittheilungen am 9. Juni 1618, zu Anfang des dreifsigjährigen Krieges, begonnen, und das Haus ist dann in kürzester Zeit vollendet worden, wie die im Giebel der Hauptfront angebrachte Jahreszahl 1619 erweist. Die Baukosten sollen im ganzen 11000 preufsische Thaler betragen haben. Das Gebäude hat, vollständig freistehend, eine einfache rechteckige Grundform, mit der Hauptschauseite nach dem Markte hin (vgl. die Abbildung Seite 175). Wie es für die holländische Renaissance fast durchweg Regel ist, zeigt das Bauwerk in seinen Wandflächen Backsteinbau mit Anwendung von Haustein für die Architekturtheile. Von bedeutender Wirkung ist vor allem der mit Kreuzgewölben überdeckte stattliche Laubengang, der sich im Erdgeschofs durch die ganze Front zieht. Er ist in seinen Verhältnissen und Gliederungen aufserordentlich edel empfunden und gehört in seiner eigenartigen Behandlung jedenfalls zu dem Besten, was die deutsche und holländische Renaissance geschaffen haben. Das untere Drittel der Säulenschäfte ist mit reichem Ornament geschmückt, welches nach mittelalterlichem Brauch bei allen Säulen im Muster verschieden ist. Die Leibungsflächen der Arcadenpfeiler zeigen das für das 16. und 17. Jahrhundert bezeichnende Flachornament, bei dem gleichfalls an den einzelnen Pfeilerflächen mit den Mustern gewechselt worden ist.

Ueber der jonischen Säulenstellung der Bogenhalle erhebt sich die Front in zwei Stockwerken, die in ihrer ganzen Breite zwischen den Fenstern mit korinthischen Säulen und Pilastern besetzt sind. Die letzteren sind mit ihrer Halsgliederung und

der schlanken nach unten gerichteten Verjüngung des Schaftes in der freien Art der deutschen Renaissance behandelt. Während das Erdgeschofs die stattliche Höhe von ungefähr 5,2 m besitzt, gehen die beiden oberen Stockwerke nicht über das verhältnifsmäfsig geringe Mafs von 3,6 und 3,3 m hinaus. Im Aeufsern ist dabei eine möglichst grofse Höhenwirkung dadurch angestrebt und erreicht worden, dafs die Brüstungen der Fenster als solche nicht zum Ausdruck gebracht sind, die Geschofstheilungen vielmehr von Oberkante zu Oberkante Brüstung einheitlich zusammengefafst sind. Bei der architektonischen Gestaltung der Fenster ist die mittelalterliche Behandlungsweise beibehalten worden,

Die Steinrahmen der Fenster werden von einem wellenförmigen Backsteinprofil eingefafst, welches mit einem flachen Korbbogen durch die obere Fensterbrüstung bis unter das darüber liegende Brüstungsgesims greift. Im Kämpfer dieser Bögen ist ein schmales Hausteinband als Architrav durchgelegt, sodafs der darüberliegende Theil der Brüstung friesartig auftritt. Dieser Versuch zeigt das Bestreben, die Formensprache der antikisirenden Richtung mit derjenigen der gothisirenden Weise zu verschmelzen; die zwischen den widerstrebenden Elementen versuchte Vermittlung kann jedoch nicht als geglückt bezeichnet werden und läuft auf einen Sieg des mittelalterlichen Prinzipes hinaus.



wie dies der nordischen Renaissance eigenthümlich geblieben ist. Sie weisen das übliche steinerne gothische Rahmenwerk mit Kreuzpfosten auf. Leider sind die letzteren (wahrscheinlich zu Ende des vorigen oder Anfang dieses Jahrhunderts) in roher Weise herausgeschlagen und durch Holzfenster ersetzt worden; doch zeigen die erhaltenen alten Steinrahmen noch die profilirten Ansätze der Theilungspfosten. Aus der Anlage derselben ergiebt sich, dafs die oberen Hälften der Fenster mit fester Bleiverglasung in den Steinpfosten versehen waren, während die unteren Flügel mit Holzrahmen (zum Oeffnen) auf der Innenseite in den Falz des Steingewändes schlugen, sodafs die Fensterflügel des unteren Theiles tiefer zurücklagen als die obere, geschlossene Verglasung (s. die Tafel). Wenngleich diese Anordnung gewifs lediglich aus praktischen Rücksichten getroffen ist, wurde durch die verschiedene Lage der Fensterflächen doch jedenfalls eine angenehme Schattenwirkung herbeigeführt.

Denn die zur Anwendung gebrachten Formen des wagerechten antiken Gebälkes sind ohne engeren Zusammenhang zu ziemlich schwächlichen Einzelgliedern aufgelöst. Und das Prinzip des Verticalismus gelangt um so mehr zur Geltung, als die gewählten Verhältnisse auch die Verkröpfung der wagerechten Glieder über der Säulen- und Pilasterstellung nothwendig zur Folge hatten. Wie die Theilungsgesimse der Geschosse also nur als leichte Gurte erscheinen, so erhält selbst das Hauptgesims eine stärkere Betonung erst durch die darunter angeordneten tragenden Löwenkopfkragsteine sowie durch die in unmittelbarer Verbindung mit der Rinnenanlage angeordnete schöne Pfostenbrüstung. Die letztere wird in den beiden Mittelachsen der Front von dem stattlichen, sich in drei Absätzen staffelförmig über der Front erhebenden Giebel durchbrochen. Das reiche Ornament, womit die ganze Fläche des Giebels bedeckt ist, hält sich zwar mit seinen geschwungenen Eckvoluten, Cartouchen usw. durch-

weg in den lustig bewegten barocken Formen, welche zu Anfang des 17. Jahrhunderts den ganzen Norden beherrschten, doch ist die Behandlung im Vergleich zu vielen anderen Denkmälern jener Zeit im ganzen rein und edel. Prächtig sind die Voluten mit ihren Fruchtgehängen, von meisterhafter Eleganz in Zeichnung und Ausführung die der Staffelgliederung entsprechend angeordneten Hermen und Wandpfeiler. Die lebhafte Umrifslinie wird neben den Voluten durch fialenartige Obelisken erhöht, welche auf vasenförmigen Sockeln stehen. Den Mittelpunkt des Giebels bildet, in Hochrelief ausgeführt, eine grofse, den Kampf des hl. Georg mit dem Drachen darstellende Gruppe, welche seitlich von zwei aufrecht stehenden heraldischen Löwen umgeben wird. Die oberste Staffel zeigt in barocker Einfassung das Wappen der Stadt, die Bekrönung des Giebels bildet ein Standbild der Gerechtigkeit. Hinter dem Giebel erhebt sich über der Front in mittelalterlicher Weise das mächtige, steile Dach, das nach den beiden Schmalseiten hin von zwei malerischen Backsteingiebeln abgeschlossen wird. Die Front entbehrt, wie schon oben angedeutet wurde, jeder Gliederung durch vorgezogene Risalite oder dergleichen. Vielmehr ist sie, wahrscheinlich dem unteren Laubengange zu Liebe, von dem alten Meister ganz glatt gehalten, und die Mittelachsen sind nur durch den aufgesetzten Giebel betont. Infolge dessen hat auch das Eingangsportal keine bedeutendere Entwicklung finden können, wie es sonst bei den Werken der deutschen und holländischen Renaissance zumeist der Fall ist. Mit schlichter Pilasterumrahmung liegt es unter der gewölbten Halle und ist, da die Mittelachse vom Mauerpfeiler eingenommen wird, aus der Mitte verschoben. Ein zweites, ähnlich behandeltes Portal weist die Front in einer ihrer rechten Seitenachsen auf. Links vom Beschauer ist vor der zweiten Achse (von der Ecke aus gerechnet) im Hauptgeschofs auf Kragsteinen ein rechteckiger Erker angebracht, der in zierlichster Weise ausgebildet und reich mit Ornamenten geschmückt ist. Er bezeichnet äufserlich die Lage des alten Rathssaales, wie ein derartiger malerischer Ausbau diesem Hauptraume bei den alten Rathhäusern ja selten fehlte. — Leider ist die Hausteinarchitektur der ganzen Front, die in dem zur Verwendung im Aeufseren ganz ungeeigneten Baumberger Kalkstein ausgeführt worden ist, zum Theile stark verwittert. Vor allem hat der schöne Mittelgiebel schwer gelitten. Bei einer etwaigen Wiederherstellung des Baudenkmales wird es darauf ankommen, die alten Theile, soweit es irgend angeht, zu schonen und zu erhalten; denn nur zu oft werden bei derartigen Ausführungen neue Arbeiten anstatt Wiederherstellungen geschaffen, und zwar sind die neuen Leistungen vielfach nicht gerade Verbesserungen der schönen alten Werke.

Die innere Einrichtung des Gebäudes soll dem Vernehmen nach ursprünglich manchen Schmuck an Kaminen usw. aufzuweisen gehabt haben. Leider ist davon nichts mehr aufzufinden. Vielmehr macht das Innere zur Zeit einen überaus kümmerlichen und vernachlässigten Eindruck. Ueber den Verwaltungsräumen der Stadt im Erdgeschofs hat seit einigen Jahrzehnten das Amtsgericht des Ortes in den oberen Geschossen seinen Sitz. Die Friese der alten Thürumrahmungen enthalten eine Reihe von Inschriften in mittelalterlichem Latein, theilweis von recht drastischem, epigrammatischem Inhalt, welche zum Schlusse hier folgen mögen.

Ueber dem Haupteingange zum Rathhause:

„Unio civium justitiae vinculum,“

darunter:

„Ut juste tractem civiles curia causas
Numine tu fausto me rege christe precor.“

(Einigkeit der Bürger ist der Gerechtigkeit Band.
Dafs ich der Bürger Zwist im Rathhaus billig entscheide,
Dazu mit göttlicher Gnad' lenke mich, Christus, ich bitt'!)

Ueber der Fleischhalle:

„Neu vendas macras et non pro carnibus ossa
Quisquis ades lanio, lege monere gravi.“

(Biet hier Magres nicht feil, auch nicht statt Fleisches die Knochen;
Jeglicher Fleischer bedenk dieses sehr ernste Gesetz!)

Ueber der Wache:

„Ne fors noctivagi nocturna silentia rumpant,
Advigilo solers martis et arma gero.“

(Dafs nicht schwärmendes Volk uns störe die nächtliche Stille,
Wach' und späh' ich umher, führ' auch die Waffen des Mars.)

Ueber der Wage:

„Juste deus, qui justa mones libramine justo
Reddere; sic justum reddo cuique suum.“

(Gnädiger Gott, wie du heifsest zu geben mit richtiger Wage
Richtiges; also ich geb' jedem sein richtig Gewicht.)

Ueber der vormaligen Gerichtsstube:

„Non tantum Croeso Titan ast servit et Yro,
Ut referat Praetor sic sacra jura divi“.

(Nicht nur dem Crösus leuchtet Titan, er dient auch dem Irus,
Also der Prätor sprech jedermann heiliges Recht.)

P. Lehmgrübner.

Die Königliche Kunstgewerbeschule in Nürnberg.

(Mit Abbildungen auf Blatt 21 bis 24 im Atlas.)

Die Anfänge der Nürnberger Kunstgewerbeschule gehen in das zweite Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts zurück. Damals wurde angeregt, im Anschlufs an die in Nürnberg bestehende, im Jahre 1662 nach italienischem Muster gegründete Malerakademie eine neue Anstalt, nämlich eine Zeichenschule zu errichten, die für das Gemeinwesen von besonderem Nutzen sein sollte. Arme Bürgersöhne sollten da ohne viele Kosten im Zeichnen unterrichtet werden, „damit sie hernach zu allerhand Handwerken und Künsten, zu welchen die Zeichenkunst unentbehrlich ist, können gebrauchet werden“. Diese „Kunstgewerbeschule“, wie wir sagen würden, blühte unter der Leitung einer Reihe trefflicher Männer kräftig auf; in den dreifsiger Jahren des vorigen Jahrhunderts waren häufig an die dreifsig Schüler, eine bedeutende Zahl für damalige Verhältnisse, zu verzeichnen. Gegen Ende des Jahrhunderts jedoch machte sich als Folge der Dürftigkeit des damaligen bürgerlichen Kleinlebens ein Rückschritt bemerkbar, und die Anstalt ging, obschon es an Versuchen seitens des Hohen Rathes der Stadt zu neuer Belebung

keineswegs fehlte, unaufhaltsam ihrem Verfall entgegen. — Erst nachdem Nürnberg im Jahre 1806 an die Krone Bayern gefallen war, begann eine neue Zeit des Aufschwunges. Albert Reindel, der vortreffliche Kupferstecher, wurde 1811 Director; die Zeichenschule oder „Akademie" durfte acht Jahre später die oberen Räume der königlichen Burg beziehen und trat 1821 als königliche Kunstschule in einen neuen Entwicklungsabschnitt. 1825 war eine Schülerzahl von achtundvierzig erreicht, und 1833 wurde die nunmehr Kunstgewerbeschule genannte Anstalt in das frühere Landauerkloster verlegt. Hier hat sie sich anfangs unter Reindel, dann unter Kreling und Gnauth stetig gehoben und erweitert, und unter dem letztgenannten Director wurde das der Schule immer noch anhaftende akademische Gepräge vollends beseitigt. Die Zahl der Schüler wuchs beständig, beim Ableben Gnauths belief sie sich bereits auf etwa 130. Auf die von dem Genannten vorgenommene Reorganisation der Anstalt näher einzugehen ist hier nicht der Ort. Erwähnt sei in geschichtlicher Beziehung nur noch, dafs nach Gnauths Tode der im vorigen Jahre verstorbene Karl Hammer Director der Schule wurde, und dafs sich die Besucherzahl derselben in den letzten Jahren auf einem Durchschnitt von etwa 200 Schülern gehalten hat.

Dieser Stärke des Besuches waren die baulich überdies völlig unzureichenden Räumlichkeiten des Landauerklosters in keiner Weise mehr gewachsen. Die Unzuträglichkeiten steigerten sich in einem Mafse, dafs ein Neubau unvermeidlich wurde, und so beschlofs die Königliche Staatsregierung, einen solchen in der im Südosten Nürnbergs gelegenen Marienvorstadt zwischen der Flaschenhofstrafse und dem linken Pegnitzarme zu errichten und Entwurf und Ausführung dem seit Jahren an der Anstalt segensreich als Lehrer wirkenden Professor Konradin Walther in Gemeinschaft mit dem Director Hammer zu übertragen.

Der Bauplatz ist sehr günstig gewählt. Die Gegend, in der er liegt, ist gesund. Das für die Anstalt wichtige Nordlicht kann nicht verbaut werden, da der vorliegende, an dieser Stelle ziemlich breite Pegnitzgrund städtisches Eigenthum ist und voraussichtlich mehr und mehr in Anlagen verwandelt wird (vgl. Text-Abb. 1). Der Neubau hatte ursprünglich unmittelbar an der nur 15 m breiten Flaschenhofstrafse geplant werden müssen. Noch in letzter Stunde ist es aber gelungen, ihn um 6 m gegen die Pegnitz hin zurückzuschieben, sodafs nunmehr durch die Strafsenerweiterung ein genügend freier, der Höhen- und Frontentwicklung des Gebäudes entsprechender Raum vor diesem gewonnen ist. Die Hauptgesichtspunkte, nach denen der seit Mitte vorigen Jahres vollendete Bau entworfen worden ist, entnehmen wir ebenso wie einen Theil der vorstehenden und nachfolgenden Ausführungen einer Denkschrift, mit welcher s. Z. der Entwurf des Neubaues erläutert und begründet wurde, um vom Landtage die nöthigen Mittel zum Bau bewilligt zu bekommen. Sie enthalten folgende Forderungen:



Abb. 1. Ansicht von Nordwesten.

„1. Möglichst klare Disposition der Räume, wobei auf deren gute Beleuchtung besonders zu achten ist. Die Treppen müssen gut vertheilt und leicht zu finden sein.

2. Die Schulräume sind so grofs vorzusehen, dafs sie nicht blofs dem augenblicklichen Bedürfnifs genügen, sondern auch bei voraussichtlich steigender Frequenz für eine gröfsere Schülerzahl ausreichen.

3. Für jedes Lehrfach sind besondere Räumlichkeiten vorzusehen und diese in möglichst directe Verbindung mit den zugehörigen Professorenateliers zu bringen.

4. Die Modellirsäle müssen, soweit irgend möglich, im Parterre untergebracht werden. Da in diesen Räumen viel mit Wasser hantirt wird, könnten, wenn die Räume in den oberen Stockwerken lägen, die Gebälke dieser Stockwerke Noth leiden. Im Parterre liegen diese Räume auch näher bei der Gipsgiefserei, die ja unbedingt im Erdgeschofs untergebracht werden mufs.

5. Die Malsäle sowie diejenigen Räume, in welchen nach Gipsmodellen gezeichnet wird, ferner die Professorenateliers sind, soweit es irgend möglich ist, nach Norden zu legen, um für diese Räume ein möglichst gleichmäfsiges Licht zu erzielen.

6. Die Räume für die Abendschule, welche am besten nach Süden liegen, müssen so angeordnet werden, dafs sie durch in den Corridoren anzubringende Gitterthore vollständig von den übrigen Räumen der Schule abgesondert werden können."

Die Abbildungen auf Bl. 22 und 23 lassen erkennen, wie diesen Programmforderungen entsprochen worden ist. Der Haupteingang des Gebäudes befindet sich in der den Verkehr hauptsächlich zubringenden Flaschenhofstrafse. Drei Nebeneingänge führen an der Nordfront und in den Treppenhäusern der Ost- und Westfront zum Untergeschofs; ein vierter, auf der Westseite, dient hauptsächlich dazu, grofse Modelle nach der Gipsgiefserei und dem Aufzuge zu schaffen. Durch den Haupteingang gelangt man zunächst in eine geräumige Vorhalle und von da auf einer sich in zwei Arme theilenden Treppe nach den 4 m breiten, nahe der Treppe mit Windfangthüren versehenen Haupt-Flurgängen des Erdgeschosses. Dem Haupteingange gegenüber führt eine Thür zum Hofe. An den Enden des vorderen Flurganges liegen in gerader Richtung die beiden bis zum Dachboden führenden Haupttreppen des Gebäudes. Eine dritte Treppe in der Mitte des Nordflügels am Hofe hat nur den nebensächlichen Zweck, bei dem Verkehr zwischen den verschiedenen Stockwerken allzugrofse Wege abzukürzen, und ist deshalb als Wendeltreppe mit 1,5 m Laufbreite angelegt. Die Flurgänge des Nord-, West- und Ostflügels sind nur 3 m im lichten breit. Alle vier Gänge umschliefsen einen geräumigen Hof von 41,5 m Länge und 17,5 m Breite; die rechteckige Form dieses Hofes ist nur in der Mitte seiner Nordseite durch einen Einbau unterbrochen, der die eben erwähnte Wendeltreppe sowie einerseits die Lehreraborte, anderseits Geräthеräume enthält. Die Schüleraborte befinden sich in allen drei Geschossen nördlich neben den Haupttreppen. Rechts von der Eingangshalle liegen die Geschäftszimmer des Directors, links befindet sich der Dienstraum des Hausmeisters in Verbindung mit dessen Wohnung im Untergeschofs. In letzterem haben aufserdem noch im Südflügel die Modelltischlerei und die Räume für die Centralheizung ihren Platz gefunden. Im Ost- und Westflügel liegen Räume zur Aufbewahrung von Gipsmodellen und eine Waschküche, im Nordflügel Gelasse zur Aufbewahrung von Schülerarbeiten und die Gipsgiefserei. Das Erdgeschofs enthält die Modellirsäle, die Lehrzimmer für Ciseliren und den Vorcursus, sowie die Ateliers der betreffenden Professoren und Lehrer. Die Anordnung der beiden oberen Stockwerke ist im allgemeinen dieselbe wie im Erdgeschofs, nur dafs dort der 4 m breite Flurgang des Südflügels als solcher in Wegfall kam. Der hierdurch gewonnene



Abb. 2. Haupteingang in der Südfront.

Raum wurde theilweise zur Erweiterung der Zeichensäle für die Abendschule verwandt, der Rest im ersten Stock der Bücherei und im zweiten Stock dem Ausstellungsraume zugeschlagen. Das Dachgeschofs enthält in den Aufbauten noch einige Reserveräume und in der Mitte der Südfront den grofsen Vortragssaal.

Bei der künstlerischen Gestaltung des Baues wählte man mit Rücksicht auf den Zweck und die verfügbaren Mittel eine möglichst knappe Ausdrucksweise und vermied allen unnützen Prunk im Inneren sowohl wie am Aeufseren. Selbst da, wo das Hervorheben irgend eines Bautheiles durch Anwendung von schmückender Zuthat unentbehrlich schien, um den Bau vor dem Eindruck der Langeweile zu bewahren, wurde dieser Schmuck in möglichst knapper Form gehalten. Der Hauptnachdruck wurde bei der äufseren Erscheinung auf die Gruppirung und die Verhältnisse der Baumassen, auf die gute Vertheilung von Lichtöffnung und Mauerfläche, sowie auf die Umrifslinie des ganzen Baues gelegt; im Innern war das Augenmerk vornehmlich auf die Ausgestaltung der Eingangshalle, der Flurgänge und der Treppenhäuser gerichtet, wobei auf eine folgerichtige Ueberführung dieser Räume ineinander besonderer Werth gelegt wurde.

Den hervorragendsten Schmuck des Aeufseren zeigt der in der Mitte der Südfront gelegene Haupteingang, der mit den beiden die Eingangshalle erleuchtenden Fenstern architektonisch zu einer einheitlichen, der langen, breitgelagerten Hauptfront entsprechenden Gruppe zusammengefafst ist (Text-Abb. 2 und Bl. 21 Abb. 1). Vier Dreiviertelsäulen mit verziertem unteren Schafttheil tragen ein ebenfalls ornamentirtes Gebälk, auf dem ein mit Cartouchen- und Wappenwerk reichgeschmückter Aufsatz ruht. Durch das inmitten über dem Eingange von zwei Löwen gehaltene bayerische Staatswappen ist das Gebäude als ein staatliches gekennzeichnet, während die rechts und links über den Fenstern angebrachten Nürnberger Wappen darauf hinweisen, dafs das Gebäude besonders der Stadt zu Nutz und Frommen erbaut wurde. Im Fries des Gebälkes läfst die Inschrift „Königliche Kunstgewerbeschule Nürnberg" den Zweck des Gebäudes erkennen. Aufserdem sind über den Fenstern Broncetafeln mit Inschriften angebracht, deren eine den Schülern sagt, inwieweit sie in dem Gebäude Förderung ihrer Bestrebungen zu erwarten haben und was sie selbst zur Erreichung ihrer Ziele beizutragen haben; sie ist von dem städtischen Archivrath Mummenhoff verfafst und lautet:

„Die Pfade in der Künste Reich,
wir können sie nur zeigen.
Du selber mufst die Wege gehen,
Dich selbst erkennen und verstehen,
dann wirst Du wachsen, steigen."

Die Tafel auf der rechten Seite trägt die Bauinschrift:

„Unter Prinz Luitpold, des
Königreichs Bayern Verweser,
nach den Entwürfen von
C. Walther und Carl Hammer
1894 begonnen, 1897 vollendet."

Neben diesem decorativen Schwerpunkte der Front zeigen lediglich die die seitlichen Gebäudevorsprünge abschliefsenden Giebel sowie die zwischen diesen liegenden Theile, und zwar an der Südseite wie an der Nordseite, mit ihren Mittelaufsätzen bescheidenen architektonischen Schmuck. Die Umrifslinien der Giebel sind durch Volutenverzierungen und Obelisken gebildet. Bei dem Mitteltheile der Südfront sind die Fensterpfeiler im ersten Stock mit dorischen, im zweiten Stock mit ionischen und im mittleren Aufbau mit korinthischen Dreiviertelsäulen besetzt, das Hauptgesims zu Seiten des Mittelaufsatzes schliefst mit einer Balustrade ab. An der Nordfront (Text-Abb. 1) treten an Stelle der Dreiviertelsäulen einfache Lisenen. In den oberen Geschossen der Südfront (Abb. auf Bl. 21) wurden des besseren Aussehens wegen, und weil dort keine Räume liegen, denen ein getheiltes Licht Nachtheile bringt, die Fenster viereckig gestaltet und mit Steinkreuzen und eichenen Fensterflügeln versehen; die Fenster der West-, Nord- und Ostseite sind dagegen grofse Bogenfenster ohne Steinkreuze und haben eine Verglasung zwischen Eisenrahmen, um für die Lehrsäle und Ateliers möglichst gutes, ungetheiltes Licht zu erzielen.

Die Süd- und Nordfront sind in Nürnberger röthlichem Sandstein hergestellt. Bei der Ost- und Westseite, von den Treppenthürmen bis zur Nordfront, sind nur die Fenstereinfassungen, das Sockelgeschofs, die Ecken und das Hauptgesims aus diesem Stein hergestellt, während die Mauerflächen aus gewöhnlichem Backsteinmauerwerk mit „verbandeten" Fugen bestehen. Die Absicht war, die Seitenfronten in ihrer Bedeutung zurücktreten zu lassen und Eintönigkeit zu vermeiden. Die Hoffronten sind wieder ganz in Sandstein ausgeführt. Sie zeigen in allen drei Obergeschossen die gleichen Segmentbogenfenster, im Sockelgeschofs dagegen kleinere viereckige verdoppelte Fenster. Mit kleineren Fenstern versehen ist auch der Ausbau auf der Nordseite, der nach oben mit einem durch ein einfaches, in Voluten endigendes Band verzierten Giebel abschliefst. Durch die bescheiden geschmückte Pforte in diesem Ausbau und durch die etwas reicher behandelte Hofthür im Südflügel werden die unteren Theile der im übrigen gleichmäfsig durchgeführten Hofarchitektur unterbrochen. Die Dächer sind mit dem für die Altnürnberger Bauweise bezeichnenden Ziegeldoppeldach gedeckt; nur die Laternen der Aufbauten in der Mitte der Süd- und Nordfront haben Kupferdeckung.

Dem Aeufseren entsprechend ist auch die innere Ausstattung mafsvoll gehalten. Der Hauptnachdruck wurde auf die Eingangshalle als den eigentlichen und einzigen Repräsentationsraum gelegt. Hier bestehen die Säulen vor den Treppenaufgängen, die Treppenstufen, Wangen und Balustraden, ferner die Wandpfeiler und Kragsteine, welche die Gewölbe tragen, sowie sämtliche Thür- und Fensterumrahmungen, die Brüstungsverkleidungen, die Umrahmungen der Anschlagtafeln und die Sitze in den Fensternischen aus polirtem Salzburger, und zwar theils aus Adneter, theils aus Untersberger Marmor. Die Wände und Gewölbe sind verputzt und vorläufig nur getüncht; sie sollen später von tüchtigen Schülern der Anstalt unter Leitung des betreffenden Fachlehrers bemalt werden. Aufser der Eingangshalle haben nur noch die Flurgänge und die beiden Haupttreppen eine bessere, wenn auch einfache Ausstattung erhalten. Die Flurgänge sind durchweg mit Kreuzgewölben überdeckt. Alle Thürumrahmungen und Durchgangsöffnungen sowie die Fufssockel sind aus dem feinkörnigen rothen Mainsandstein hergestellt. Um Abwechslung hereinzubringen, zugleich aber auch um das Zurechtfinden im Gebäude zu erleichtern, wurden die nach den Professorenateliers führenden Thürumrahmungen reicher ausgebildet als diejenigen, welche in die Lehrzimmer oder in untergeordnete Räume gehen. Beide Gruppen zeigen dadurch wieder Abwechslung, dafs für jede von ihnen vier verschiedene Muster zur Ausführung kamen. Aufserdem ist die Thürumrahmung nach dem Directionszimmer durch besonders reichen architektonischen Schmuck ausgezeichnet. Die Thürflügel aller dieser Thüren bestehen aus Eichenholz und haben nach besonderen Zeichnungen

angefertigte verzinnte Schmiedeeisenbeschläge in ebenfalls verschiedenen Mustern. Auch die schmiedeeisernen Wandarme für Glühlichter in den Flurgängen und Treppen wurden nach besonderer Zeichnung ausgeführt und farbig behandelt. Der Fufsboden der Flurgänge besteht aus rothen Thonfliesen. Beide Haupttreppen zeigen doppelarmige Anlage mit durchbrochener Zungenmauer aus Mainsandstein. Die Treppenläufe sind mit steigenden, zwischen Gurtbögen eingespannten Kreuzgewölben unterwölbt; die Treppenabsätze haben Sterngewölbe. Die übrigen Räume sind in allereinfachster Weise ausgestattet.

Die einfache ungekünstelte Grundrifsanordnung des Hauses bedarf angesichts der Abbildungen auf Blatt 22 u. 23 keiner weiteren Erläuterung. Der bei aller bürgerlichen Behäbigkeit und Schlichtheit sehr stattliche und eindrucksvolle Aufbau des Gebäudes aber zeigt, wie wohlgethan es ist, auch für derartige öffentliche ausgedehnte und breitgelagerte Bauwerke an die dem deutschen Empfinden ungemein zusagende Bauweise der noch ganz auf der mittelalterlichen Ueberlieferung fufsenden Renaissance anzuknüpfen; und zwar besonders in Nürnberg, wo es für diese einfachen, derben und kraftvollen Formen einen vorzüglich geeigneten weichen und grobkörnigen Sandstein giebt, und wo es vor allem gerade jene Bauweise ist, die der Stadt heute noch ihr eigenartiges, anmuthendes Gepräge verleiht, das zu erhalten und durch passende Zubauten zu befestigen für jeden Einsichtigen Pflicht ist.

In technischer Hinsicht sei noch erwähnt, dafs alle Geschosse mit Ausnahme des zweiten Stockwerkes feuerfeste Decken erhalten haben. Die Fufsböden bestehen aus buchenen Riemen. Die Wände und Decken sind zunächst überall einfach glatt geputzt und getüncht; für die Ausschmückung einzelner Räume durch Stuckwerk und Malerei soll mit der Zeit von der Schule selbst gesorgt werden, weil sich in diesen Arbeiten zugleich lehrreiche Aufgaben für die Schüler darbieten. Die Erwärmung des Hauses erfolgt mittels Dampfniederdruck-Luftheizung, die Beleuchtung mittels elektrischen Lichtes im Anschlufs an die städtische Centrale. Mit Wasserleitung ist das Gebäude selbstverständlich versehen. Die Bauzeit betrug 3 Jahre. Die Baukosten beliefen sich auf 893000 ℳ; bewilligt waren vom Landtage 900000 ℳ. Als Bauführer stand den Erbauern der Architekt B. Scheck zur Seite.

Die Küsterwohnung an der St. Florinskirche in Coblenz.

(Mit Abbildungen auf Blatt 25 im Atlas.)

In der Küsterwohnung von St. Florin besitzt Coblenz sein ältestes Wohnhaus. Zwar scheint die Anlage ursprünglich nicht zu Wohnzwecken geschaffen zu sein; denn die Säulen- und Pfeilerstellungen im Haupt- bezw. Obergeschofs an den Langwänden lassen die Räume zu Wohnzwecken wenig geeignet erscheinen, jedenfalls erschweren sie ein bequemes Aufstellen der häuslichen Möbel. Man darf daher annehmen, dafs das Hauptgeschofs als Sacristei für die Florinskirche gedient hat, und dafs in den tiefen Wandnischen die grofsen Paramentenschränke aufgestellt waren. Dafür spricht auch der Umstand, dafs die jetzige Sacristei in spätgothischen Formen, also erheblich später gebaut ist als die Kirche, welche derbe romanische Bauformen zeigt.

Das Erdgeschofs war früher eine offene Bogenhalle, vielleicht ein Stück eines nicht mehr vorhandenen Kreuzganges; die jetzige äufsere Abschlufswand ist später eingesetzt. Zum Hauptgeschofs gelangt man auf einer — ebenfalls neuen — Freitreppe. Eine Fachwand trennt dieses Geschofs in zwei Theile, von denen der vordere, jetzt Küche, einen schönen, wenn auch sehr einfachen Kamin aufweist. Im Grundrifs nach dem Viertelkreis gestaltet, baut dieser sich auf zwei Wandsäulen auf als rundbogige Haube, die von einem spitzbogig profilirten Gurtgesims umzogen ist. Hier dürfte der Aufenthalt der Mefsdiener gewesen sein, während der zweite, gröfsere und besser ausgestattete Raum die eigentliche Sacristei war; wenigstens giebt die verschiedene Architektur der beiden Räume Anlafs zu der Vermuthung, dafs an der Stelle der jetzigen (neuen) Fachwand auch früher eine Trennungswand in irgend welcher Form bestanden hat. Die beiden Joche sind hier von spitzbogigen Gewölben überspannt mit ebenfalls nach dem Spitzbogen profilirten Gurt- und Gratbögen, die beiderseits auf vorgelegten Wandsäulchen aufsetzen. Zum oberen Geschofs führt eine Steintreppe, die theils in der breiten Nische, theils mit möglichster Raumersparnifs in der Mauerdicke angelegt ist. Das Obergeschofs ist wieder mit einfachen scharfgratigen Gewölben überdeckt und enthielt ehedem wohl ebenfalls Paramentenschränke.

Die Façade weist ausgesprochen senkrechte Gliederung auf, bewirkt durch drei bis zum Hauptgesims durchschiefsende Lisenen, deren unaufhaltsames Aufstreben die zwischengespannten Blendbögen um so deutlicher hervortreten lassen. Im übrigen zeigt die Front in den Fensterachsen sowohl wie in der verschiedenen Breite der Lisenen grofse Willkür und bringt die Anordnung des Innern keineswegs bezeichnend zum Ausdruck. Ebenso ist die im dreifachen Rundbogen geschlossene Blende der Giebelansicht ohne ersichtlichen Grund aus der Fensterachse verschoben.

Für die Zeitstellung des Baues geben die Gewölbe des Hauptgeschosses einen sicheren Anhalt, denn sie offenbaren eine entschieden frühgothische Tendenz. Die Erbauung darf daher etwa um das Jahr 1220 angenommen werden. Als Bausteine sind Tuffziegel verwandt. Der jetzige Zustand des Gebäudes ist gut; nur ist sehr zu tadeln, dafs vor kurzer Zeit nicht nur die Wände, sondern auch die Gewölbe mit ihren Graten und Gurtbögen im Hauptgeschofs übertapezirt worden sind. Eine einfache und würdige Ausmalung liefse sich mit ganz bescheidenen Mitteln leicht bewerkstelligen, und der Anblick des Raumes würde das Auge des Kunstfreundes dann nicht mehr, wie es jetzt der Fall ist, verletzen.

L. Schweitzer, Regierungsbauführer.

Betonbrücke mit Granitgelenken über die Eyach bei Imnau in Hohenzollern.

Vom Landesbaurath Max Leibbrand,
mitgetheilt vom Ober-Ingenieur Alfred Gaedertz.

(Mit Abbildungen auf Blatt 26 im Atlas.)

In den letzten Jahren hat die wiedererstandene Vorliebe für massive Brücken eine verhältnifsmäfsig bedeutende Anzahl derartiger Bauwerke entstehen lassen, unter denen sich solche mit ganz bedeutenden Spannweiten befinden. Eine Zusammenstellung der hervorragenderen neueren Bauwerke dieser Art findet sich in dem vom Präsidenten K. v. Leibbrand herausgegebenen 7. Hefte des Werkes „Fortschritte der Ingenieurwissenschaften", worin insbesondere auch die Anwendung von Gelenken aus Eisen oder Blei besprochen wird. In diesem Buche ist auch (s. S. 70—73) der im Jahre 1895 ausgeführten Brücke von 43,3 m Spannweite über die Donau bei Inzigkofen Erwähnung gethan, welche besonders charakteristisch für neuere Brücken dadurch geworden ist, dafs die Gelenke offen in Erscheinung treten und dauernd wirksam bleiben. Die Inanspruchnahme der gufseisernen Gelenke ist zu 283 at auf Druck und 127 at auf Biegung angegeben.*) (Sieh auch Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1896, Seite 279 und Génie Civil, Tome XXX Nr. 22.)

Die Erwägung, dafs eiserne Gelenke hohe Kosten verursachen und dafs die Unterbrechung des massiven Bogens durch eiserne Theile dem aesthetischen Empfinden nicht geläufig ist, haben den Erbauer der Inzigkofer Brücke, Landesbaurath M. Leibbrand in Sigmaringen, veranlafst, bei dem Baue der 30 m weiten, massiven Bogenbrücke im Zuge der über die Eyach bei Imnau (Hohenzollern, 6 km von der Bahnstation Eyach der Linie Tübingen — Horb) führenden Vicinalstrafse die Gelenke aus Stein herzustellen. Um hierbei die Gewähr zu haben, dafs die Gelenke den Bewegungen des Bogens auch in Wirklichkeit folgen können, wurden zwischen den polirten Gelenkflächen dünne Bleieinlagen angeordnet, die gewissermafsen als dauerndes Schmiermittel wirken, während bei den Bleigelenken, wie sie vom Präsidenten v. Leibbrand bisher angewandt wurden, die Bleieinlagen selbst als Gelenke zu wirken haben. Da, wie aus der Anordnung der Gelenke (sieh Abb. 7 Bl. 26) hervorgeht, den Gelenkquadern sowohl in Bezug auf Biegungs- als auf rückwirkende Festigkeit hohe Inanspruchnahmen zugemuthet werden müssen, wurde für dieselben Granit zur Ausführung gewählt und wurden eingehende Versuche sowohl über die Biegungs- und die rückwirkende Festigkeit als auch über die Elasticität des zur Verwendung gewählten Granits, sowie schliefslich über die Wirksamkeit der Bleieinlagen angestellt.

Wir werden weiter unten auf diese theils vom Baudirector C. v. Bach in Stuttgart, theils vom Professor Föppl in München vorgenommenen Versuche zurückkommen.

Die Imnauer Brücke trat an Stelle einer durch die bekannten verheerenden Hochwasser der Eyach im Jahre 1895 zerstörten Jochbrücke. Um künftigen Hochwassern, die bei 4 mm Gefälle eine Geschwindigkeit von rund 5 m haben, möglichst wenig Angriffspunkte zu bieten, konnte nur eine Brücke mit einer Oeffnung zur Erwägung kommen. Obgleich die Gründungsverhältnisse für eine Bogenbrücke ungünstige sind, ergaben vergleichende Berechnungen, dafs eine Gewölbeconstruction billiger herzustellen war, als eine eiserne Fachwerkbrücke, wenn hierbei der Entwurf der Bogenbrücke so gestaltet wurde, dafs

1. durch die möglichste Entlastung in der Nähe des Gewölbescheitels und durch Concentrirung der Eigenlast an den Kämpfern und in den Widerlagern die senkrechten Seitenkräfte der Fundamentdrucke möglichst grofs gegenüber den wagerechten Seitenkräften wurden, und

2. durch die Anordnung von Gelenken etwaigen Bewegungen der Widerlager von vornherein ihre gefährliche Wirkung auf die Standfestigkeit des Gewölbes genommen war.

Für die Brücke, für die bei 2,5 m Fahrbahnbreite mit beiderseitigen Gehwegen von je 0,75 m Breite eine Gesamtnutzbreite von 4 m bei den geringen verfügbaren Mitteln genügen mufste, ergaben sich auf Grund des oben Angeführten folgende Anordnungen:

1. Für die Gehwege wurden flache Gewölbe zwischen in Abständen von 1,7 m quer zur Brücke gelegte Zoreseisen betonirt, welche auf die ganze Breite der Gehwege über die Brückenstirnen hervorstehen.

2. Das Gewölbe, im Scheitel nur mit der Breite der Fahrbahn 2,5 m beginnend, erbreitert sich bis an die Kämpfer hin auf 3,5 m, wodurch neben der Verschiebung des Schwerpunktes der Eigenlast in die Nähe der Kämpfer eine wirksame Versteifung der Brücke gegen Winddruck, Hochwasser und Eisstofs erzielt ist. So wurde es auch möglich, das Gewölbe ohne Gefahr für seine Standfestigkeit in der Nähe der Kämpfer ins Hochwasser eintauchen zu lassen.

3. Zur Verminderung des Seitenschubes wird die Brückenfahrbahn, soweit sie nicht unmittelbar auf dem Gewölbe ruht, nur durch einzelne über die ganze Breite des Gewölbes reichende, 0,5 m breite Pfeiler unterstützt. Diese Pfeiler verjüngen sich vom Gewölberücken ausgehend bis auf die Breite von 2,5 m und sind durch 1,2 m weite Stichbogengewölbe verbunden.

Die verlorenen Betonwiderlager, in mehr als doppelter Breite des Gewölbescheitels, stützen sich am linken Ufer auf 41 Pfähle von 25 cm Stärke und von rund 4 m Länge, während auf dem rechten Ufer das Widerlager unmittelbar auf den Kiesgrund sich stützt. Da der Untergrund sich als wenig tragfähig erwies, wurden die Fundamentflächen so grofs angeordnet, dafs die Kantenpressung beim rechten Widerlager 2,2 at beträgt, während auf einen Pfahl des linken Widerlagers 15 t kommen.

Sowohl die Kämpfer- wie Scheitelgelenke bestehen aus Granitquadern von je 0,5 m Breite, senkrecht zur Gewölbestirne gemessen, welche dicht neben einander versetzt sind. Dieselben sind mit cylindrischen, 0,1 m breiten polirten Berührungsflächen versehen (Abb. 7 Bl. 26), zwischen welchen sich Bleieinlagen von 5 mm Stärke befinden. Zwischen die Bleieinlagen und die

*) Die dortige Angabe, dafs die Gelenke je 2000 bis 3000 ℳ gekostet haben, ist dahin richtig zu stellen, dafs dieselben zusammen 3000 ℳ gekostet haben. Bei einer Inanspruchnahme des Gufseisens bis 300 at auf Biegung, was zulässig ist, hätten dieselben für 2000 ℳ hergestellt werden können bei 10000 kg Gesamtgewicht.

Quader sind Kupferbleche eingelegt zur Verhinderung des Eindringens des Bleies in die Poren der Steine. Die an den Stirnen befindlichen Quader sind wie die Gewölbestirnen profilirt. Die Quader wurden vor dem Versetzen nach Einlage des Bleies mit eisernen Schraubenbolzen fest verschraubt und diese Bolzen erst vor dem Ausschalen des Gewölbes entfernt.

Die Abmessungen der Brücke nach der Ausführung sind die folgenden:

Lichtweite zwischen den Widerlagergelenken	30,00 m
Pfeilhöhe des Bogens, zwischen den Gelenken gemessen	3,00 „
Ganze Weite zwischen Fundament-Vorderkanten	33,05 „
Nutzbare Breite der Brücke	4,00 „
Fahrbahnbreite	2,50 m
Gehwege, auf Belageisen vorgekragt	2 × 0,75 „
Gewölbebreite im Scheitel	2,50 „
„ an den Kämpfern	3,50 „
Gewölbestärke im Scheitel	0,45 „
„ an den Kämpfern	0,50 „
„ in der Bruchfuge	0,80 „
Stärke der Gelenkquader an der Berührungsfläche	0,10 „

Die Formen der Brücke gehen hervor aus den Abbildungen auf Blatt 26 sowie aus der Text-Abb. 1, in der ein vom linken Ufer aus (flufsabwärts gesehen) aufgenommenes Lichtbild wiedergegeben ist. Zur Vermeidung der bei Betonbauten häufig auftretenden Flecken und um das Ganze mit den Gelenken in Uebereinstimmung zu bringen, sind sämtliche sichtbaren Aufsenflächen mit Ausnahme der Gewölbeleibungen in Granitnachbildung ausgeführt. Zu diesem Zweck wurde zugleich mit dem anderen Beton an den Aufsenflächen eine Mischung von 1 Theil Cement und 3 Theilen geschroteter Steintrümmer des Weifsen Jura E und von blauen Kalken (Kiesel der Gletschermoränen Oberschwabens) eingestampft in einer Stärke bis zu 10 cm. Längstens binnen 12 Stunden nach dem Einstampfen wurden die dabei benutzten Lehren entfernt und die Flächen mit Wasser



Abb. 1.

und Bürste abgerieben, wodurch der Cement an der Aufsenhaut entfernt und ein granitähnliches, poriges Gefüge an den Sichtflächen erzeugt wurde. Die Granitnachbildung ist als sehr gelungen zu bezeichnen und wirkt vollkommen täuschend derart, dafs die Grenze zwischen natürlichem und künstlichem Granit nur schwer erkennbar ist.

Die Berechnung der Brücke geschah unter Annahme einer Belastung durch eine Dampfwalze von 15 t Gewicht und Menschengedränge mit 360 kg für 1 qm und derart, dafs für jeden Querschnitt des Gewölbes die ungünstigste Lage und Gröfse der beweglichen Last und damit die gröfste Inanspruchnahme des Querschnittes und dessen Abmessungen bestimmt wurden. Diese Berechnung ist übrigens gleich derjenigen der Inzigkofer Brücke aufgestellt worden, sodafs ein weiteres Eingehen hierauf unnöthig erscheint. Die Abmessungen des Gewölbes wurden dabei so gewählt, dafs als gröfste Inanspruchnahme in sämtlichen Querschnitten 34 at Druck und 4 at Zug zugelassen wurden.

Die Cementproben ergaben als Zugfestigkeit:

a) für die siebentägige Probe aus je 6 Versuchen 14,65; 14,58; 16,12 kg; im grofsen Mittel somit 15,12 kg,

und für besonders feine Mahlung, wie sie bei dem Gewölbe verwandt ist, 21,84 kg;

b) für die 28tägige Probe aus je 6 Versuchen 22,60; 25,06; 23,80 kg; im grofsen Mittel somit 23,82 kg.

und für besonders feine Mahlung 30,03 und 27,41 kg, also im Mittel 28,72 kg.

Das auf Sandtöpfen aufgestellte Lehrgerüst wurde am 15. September 1896, d. h. 24 Tage nach Fertigstellung des Gewölbes abgelassen, und dabei wurden die folgenden Senkungen am Scheitel des Gewölbes mittels zehnfacher Uebersetzung gemessen.

Monat	Tag	Stunde	Luftwärme °Cels.	Scheitelbewegung flufs- aufwärts	Scheitelbewegung flufs- abwärts
September 1896	15.	7 Vm.	—	15,4	14,8
				(nach der Ablassung)	
	16.	12 M.	—	18,2	17,0
	17.	6 Nm.	—	18,8	17,2
	18.	7 Vm.	17,5	18,8	18,4
		12 M.	33,8	20,2	17,6
		6 Nm.	17,5	18,8	17,4
	19.	7 Vm.	12,5	18,8	17,6
		12 M.	21,3	19,6	17,0
		6 Nm.	10,0	18,8	17,0
	20.	7 Vm.	7,5	19,2	18,0
		12 M.	15,0	19,8	18,0
		6 Nm.	8,8	20,4	18,6
	21.	7 Vm.	7,5	21,4	19,0
September 1896	21.	12 M.	17,5	23,0	19,2
		6 Nm.	8,8	23,0	20,0
	22.	7 Vm.	8,8	25,0	18,0
		12 M.	20,0	26,0	18,0
		6 Nm.	13,8	27,0	19,0
	23.	7 Vm.	15,0	28,0	20,0
		12 M.	22,5	28,0	23,0
		6 Nm.	13,8	26,0	22,0
	24.	7 Vm.	7,5	25,5	21,0
		12 M.	10,0	27,0	21,5
		6 Nm.	5,0	27,0	21,5
	25.	7 Vm.	5,0	29,0	22,5
		12 M.	13,8	30,0	23,0
		6 Nm.	8,8	30,0	23,0
	26.	7 Vm.	8,8	30,0	26,0

Bei dem Ablassen wurden kleine Bewegungen der Widerlager festgestellt; am linken Widerlager, dem auf Pfähle gegründeten, wurde flufsaufwärts 1,4 mm, flufsabwärts 0,2 mm wagerechte Ausweichung gemessen, während am rechten Widerlager (Gründung unmittelbar auf dem Kiesboden) flufsaufwärts keine Bewegung stattfand und flufsabwärts eine kleine Ausweichung von 0,5 mm gefunden wurde. Lotbrechte Bewegungen waren nicht zu erkennen. Da jedoch von der zweiten Ablesung an (am 16. September 1896) keine Zunahme der Bewegung, trotz sorgfältigster Ueberwachung, zu verzeichnen war, so war kein Anlafs zu Befürchtungen in betreff der Standfestigkeit der Widerlager geboten.

Die Beobachtung, dafs der Scheitel noch nach dem Ablassen des Lehrgerüstes sich weiter gesenkt hat, weist darauf hin, dafs bei der Berechnung der Scheitelsenkung nicht blofs die Luftwärme und die Elasticität des Betons (sieh Bach, Zeitschrift Deutscher Ingenieure, 1895 Nr. 17) in Rechnung zu stellen ist, sondern eine weitere Volumenveränderung. Diese rührt zweifellos zum Theile davon her, dafs der Beton bei andauernder Belastung eine weitere Zusammendrückung erfährt, als bei gleicher vorübergehender Belastung, sowie davon, dafs der Beton in der ersten Zeit der Erhärtung infolge der chemischen Vorgänge und durch mechanische Verdunstung der Feuchtigkeit sich zusammenzieht. Inwieweit dies geschieht, sollte durch weitere Versuche im Laboratorium, vor allem aber durch wissenschaftlich scharfe Beobachtung der ausgeführten Betongewölbe geschehen. Diese Beobachtung ist unerläfslich, wenn man zu sicheren Ergebnissen über die zu erwartende Senkung gelangen will, da die Senkung nach dem Ablassen gröfser ist als während des Ablassens. Die letztere beträgt bei der Brücke in Inzigkofen mit 43 m Spannweite nur 7,5 mm; bei der Brücke in Munderkingen mit 50 m Spannweite während des zweimaligen Ablassens 52 mm und bei der Brücke in Imnau mit 30 m Spannweite 15 mm. Die weiteren Senkungen nach dem Ablassen betrugen in

Inzigkofen	Munderkingen	Imnau
30 mm	70 mm	15 mm.

Diese nachträglichen Senkungen lehren, wie höchst bedenklich es ist, bei Brücken, an denen die Gelenke nicht offen bleiben sollen, dieselben bald nach dem Ablassen zu schliefsen. Es sollte dies erst, nachdem die erwähnten Volumenveränderungen zur Ruhe gekommen sind, also jedenfalls erst einige Monate nach dem Ablassen, geschehen. Bei gröfseren Spannweiten hat das Schliefsen der Gelenke durch blofses Ausbetoniren überhaupt Bedenken, da die Bewegungen grofser Gewölbe bei wechselnden Temperaturen und Belastungen sehr bemerkbar sind; es ist kaum anzunehmen, dafs der Druck nach dem Schliefsen der Gelenke sich gleichmäfsig auf die Fugen vertheilt; der Druck wird sich im wesentlichen doch durch die Gelenke übertragen, und das Schliefsen der Gelenke wird nur zur Folge haben, dafs Spannungen auftreten, die sich der Berechnung entziehen.

Nachdem vom 26. September bis 9. October 1896 nach den Beobachtungen keine weiteren Senkungen des Scheitels verzeichnet werden konnten, wurde am 9. October nach Fertigstellung der Zufahrtsrampen und der Pflasterung der Böschungskegel die Probebelastung wie folgt vorgenommen:

1. Leere Pferdestrafsenwalze im Gewicht von 3,5 t auf dem Scheitel; Scheitelsenkung flufsaufwärts 0,9 mm; flufsabwärts 0,8 mm, welche nach Entlastung ganz verschwand.

2. Belastete Strafsenwalze von 7 t Gewicht mit 6 Pferden Bespannung; Scheitelsenkung flufsaufwärts 1,3 mm; flufsabwärts 1,2 mm, bei Entlastung ganz zurückgegangen.

3. Gleichmäfsige Belastung der Fahrbahn zwischen den Gehwegen mit 11 cbm Packlagesteinen auf die mittleren $^2/_3$ der Spannweite, entsprechend einem Gesamtgewicht von 20 t; Scheitelsenkung flufsaufwärts 1,8 mm; flufsabwärts 1,6 mm.

Diese Last blieb über Nacht auf der Brücke; am folgenden Morgen wurde die Senkung zu 4 mm festgestellt.

Die Brücke wurde sodann auf die Länge von 27 m, gegen den Scheitel hin stärker, durch weiteres Aufbringen von 5 cbm Steinen belastet. Die Gesamtlast betrug rund 30 t, was einer Einheitsbelastung von 440 kg/qm belasteter Fläche gleichkommt. Die Scheitelsenkung war gewachsen flufsaufwärts auf 4,7 mm und flufsabwärts auf 4,5 mm. Nach Entlastung der Brücke hob sich der Scheitel wieder um 1 mm, sodafs die dauernde Senkung rund 3,6 mm beträgt.

Die Beobachtungen sind vorgekommener unbefugter Berührung der Zeigerwerke wegen nicht als zuverlässig anzusehen. Die wirklichen Bewegungen müssen kleiner gewesen sein, da sonst die Scheitelsenkung mit Rücksicht auf die Elasticität des Gewölbe- und Widerlagerbetons thatsächlich hätte gröfser werden müssen, als nach der zuverlässigen ersten Scheitelbeobachtung sich gezeigt hat.

Eine Probebelastung mit der Dampfwalze und der der Berechnung zu Grunde gelegten gleichmäfsig vertheilten Last von 43 t bleibt bis nach längerer Erhärtung des Betons vorbehalten.

Für die Brücke waren erforderlich:

Gründungsbeton . .	189,6 cbm (72,5 + 117,1)	zusammen 311,55 cbm Mauerwerk.
Gewölbebeton . . .	60,4 „	
Pfeilerbeton . . .	9,0 „	
Fahrbahntafel . .	15,4 „	
Gehwege	7,85 „	
Ortpfeiler	21,3 „	
Aufbauten . . .	3,5 „	
Gelenkquader . .	4,5 „	
Lehrgerüst Kantholz	12,3 „	
„ Pfähle .	4,0 „	
Dielenbelag . . .	127 qm.	
Geländer	1500 kg.	
Blei- und Kupferbleche	54 kg.	

Ueber die Ausführungskosten geben folgende Einzelheiten Aufschlufs:

Sächliche Gesamtkosten: 13800 *M*, d. h. 113 *M* für 1 qm nutzbare Brückenfläche zwischen den Ortpfeilern.

Sand: es wurde nur ganz reiner Quarzsand des Buntsandsteins von Schenkenzell im Kinzigthal zugelassen; frei Baustelle 9 ℳ f. d. cbm.

Cement: langsam bindender (Bindezeit 7 Stunden) von der Firma „Stuttgarter Cementfabrik in Blaubeuren"; frei Bahnhof Eyach 3,70 ℳ f. 100 kg.

Steinschlag (Muschelkalk des Eyachthales): Ring von 4 cm; frei Baustelle 3 ℳ f. d. cbm.

Granitgelenke: Bergmaiersche Brüche bei Edenstetten, Bayer. Wald; frei Bahnhof Eyach 150 ℳ f. d. cbm bearbeitet.

Gründungsbeton 1 : 3 : 6 ($^1/_5$ gröfsere Einlagesteine); 17,60 ℳ f. d. cbm.

Gewölbebeton 1 : 2,5 : 5, einschl. Lehrgerüste und Stirnschablonen; 45,30 ℳ f. d. cbm.

Pfeiler- und Fahrbahnkastenbeton 1 : 2,5 : 5; 31,30 ℳ f. d. cbm.

Gehwegplatten 1 : 2 : 4 (Ueberzug von Cementmörtel 1 : 3); 38 ℳ f. d. cbm.

Ortpfeilerbeton 1 : 3 : 6; 29,50 ℳ f. d. cbm.

Gurtplatten der Ortpfeiler und Brüstungsquader 1 : 2 : 4; 43 ℳ f. d. cbm.

Zulage für die Granitnachbildung der äufseren Flächen der Gewölbe usw. (auf 10 cm Tiefe berechnet); 30 ℳ f. d. cbm.

Versetzen der Gelenkquader; 15 ℳ f. d. cbm.

Kupfer-Bleieinlagen: 1 ℳ f. 1 kg.

Die ganze Bauarbeit hat $3^1/_2$ Monate in Anspruch genommen, wovon auf die Betonirung etwa $1^1/_2$ Monate kommen. Das Gewölbe wurde in fünf Tagen fertiggestellt. Die Herstellung der Gehwege, Postamente, Böschungskegel, Rampen usw. erforderte 17 Tage. Die Brücke wurde am 5. November 1896 landespolizeilich abgenommen und dem Verkehr übergeben. Die Arbeiten, mit Ausnahme der Uferschutzbauten und der Zufahrtsrampen, wurden durch die Firma B. Liebold u. Co. in Holzminden für die runde Summe von 12300 ℳ ausgeführt. Der gesamte Bau nebst Brückenrampen und Bauleitung kostete 18000 ℳ. Der Entwurf sowie die Bauleitung wurde vom Landesbaurath M. Leibbrand in Sigmaringen besorgt. Die örtliche Leitung hatte für den Unternehmer Jean Mayer aus Holzminden, für die Bauverwaltung Werkmeister C. Schäfer aus Haigerloch.

Die **Versuche**, von denen oben schon die Rede war, hatten sich zu erstrecken

1. auf die Ermittlung der rückwirkenden Festigkeit des Granits mit Rücksicht auf die mögliche Zertrümmerung der Gelenkquader an den einem sehr hohen Druck (150 at) ausgesetzten Berührungsflächen;

2. auf die Ermittlung der Biegungsfestigkeit mit Bezug auf die in den Gelenkquadern auftretende Biegung, hervorgerufen durch die auf die gewölbseitige Fugenfläche der Granitquader wirkende gleichmäfsig vertheilte Belastung und den in der Gelenkfläche wirkenden concentrirten Gegendruck;

3. auf die Ermittlung der Schubfestigkeit mit Rücksicht auf die in den cylinderabschnittförmigen Gelenktheilen und in deren Nähe bei einseitiger Belastung der Brücke auftretenden senkrechten Scherkräfte;

4. auf die Ermittlung des Elasticitätscoefficienten für Granit;

5. auf die Ermittlung der Formänderung der Gelenkquader behufs Gewinnung eines Urtheils über die in denselben auftretenden Spannungen;

6. auf das Verhalten der Bleieinlagen und die durch dieselben ermöglichten Drehungen der Gelenke.

Aus den Ergebnissen über diese bemerkenswerthen Versuche sei hier folgendes mitgetheilt. Die Versuche erstrecken sich

a) an der Materialprüfungsanstalt der Kgl. Technischen Hochschule in Stuttgart auf die Ermittlung der Zug-, Druck- und Biegungsfestigkeit und Elasticität;

b) an dem Mechanisch-Technischen Laboratorium der Kgl. Technischen Hochschule in München auf die Ermittlung der Druckfestigkeit des verwandten Granites, der Formveränderungen der Gelenkquader und des Verhaltens der Bleizwischenlage.

Der Granit stammte aus den Brüchen der Firma M. Bergmaier u. Co. in München, welche sich in Edenstetten, Kgl. bayerisch. Bezirksamt Deggendorf im Bayerischen Walde befinden. Der Granit, der zu den Versuchen diente, ist als feinkörniger, hellgrauer, sogen. blauer Granit bezeichnet.

Die unter a) genannten Versuche sind von dem Vorstand der Stuttgarter Materialprüfungsanstalt, Baudirector v. Bach, in Uebereinstimmung mit Landesbaurath Leibbrand, veröffentlicht worden, und zwar im Hefte Nr. 9 des Bandes XLI der Zeitschrift Deutscher Ingenieure v. 27. Februar 1897. Da die Zeitschrift den Lesern dieses Aufsatzes jedenfalls zur Verfügung steht, so begnügen wir uns hier damit, nur die haupsächlichsten Ergebnisse zu wiederholen, um ein zusammenfassendes Bild der verschiedenen Versuche zu gewinnen.

I. Versuche der Stuttgarter Materialprüfungsanstalt.

Als Versuchskörper wurden die folgenden verwandt:

a) Körper von der Form nach Text-Abb. 2;

b) Kreiscylindrische Körper;

c) Prismatische Stäbe.

Abb. 2.

1. **Bestimmung der Schubfestigkeit** aus Drehungsversuchen, denn nur mit solchen ist reine Schub-Inanspruchnahme zu erzielen (sieh Bach, Elasticität und Festigkeit).

Die Dimensionen der zwei Versuchskörper betrugen:

	Körper I.	Körper II.
Durchmesser d (Mittel aus 6 Ablesungen) . . .	127,8 mm	127,7 mm
Gewicht	22,8 kg	22,92 kg
Volumen, berechnet nach den Abmessungen . . .	8,65 cdm	8,52 cdm
Gewicht der Volumeneinheit $= \frac{\text{Gewicht}}{\text{Volumen}}$ . . .	2,64	2,69

Die Köpfe der Versuchskörper besafsen folgende Abmessungen:

	Körper I.		Körper II.	
a =	81,5 mm	81,0 mm	81,0 mm	80,0 mm
b =	147,4 „	146,5 „	146,7 „	144,3 „
c =	143,8 „	143,0 „	146,4 „	144.7 „

	Körper I.	Körper II.
Drehungsmoment M_d in kg-cm, welches den Bruch herbeiführte	32500	31000
Schubspannung, welche diesem Drehungsmomente entspricht, nach Mafsgabe der Gleichung $K_d = \frac{16}{\pi} \cdot \frac{M_d}{d^3}$:	$K_d = \frac{16}{\pi} \cdot \frac{32500}{12{,}78^3} = 79{,}3$ kg/qcm	$\frac{16}{\pi} \cdot \frac{31000}{12{,}77^3} = 75{,}8$ kg/qcm

Schubfestigkeit im Mittel . . . 77,6 kg/qcm.

2. **Bestimmung der Druckfestigkeit.** Diese erfolgte durch Druckversuche mit vier Würfeln, die aus den Köpfen der unter 1. genannten Versuchskörper herausgearbeitet waren. Die Druckflächen der Würfel waren behufs Herstellung paralleler Flächen mittels Diamanten gehobelt worden. Die Würfel Ia und Ib entstammten dem Körper I, die Würfel IIa und IIb dem Körper II.

Die Ergebnisse sind die folgenden:

Bezeichnung	Gewicht G kg	Abmessungen Seite a cm	Seite b cm	Höhe h cm	Volumen abh ccm	Spec. Gew. $\frac{1000\,G}{abh}$	Querschnitt ab qcm	Bruchbelastung beobachtet kg	auf 1 qcm kg
Ia	0,539	5,94	5,96	5,88	208	2,59	35,4	35 000	989
Ib	0,546	5,94	6,00	5,90	210	2,60	35,6	34 950	982
IIa	0,542	5,93	5,98	5,90	209	2,59	35,5	40 800	1149
IIb	0,543	5,97	5,98	5,92	211	2,58	35,7	33 200	903

somit Druckfestigkeit im Mittel **1006**.

3. **Bestimmung der Druckelasticität.** Hierzu wurden zwei kreiscylindrische Körper von rund 21,5 cm Durchmesser und 105 cm Höhe verwandt.

Granitcylinder I:

Mittl. Durchmesser	21,5 cm,
„ Querschnitt	363,1 qcm,
Höhe, Stirnflächen gehobelt	105,05 cm,
Gewicht	100,83 kg,
Gewicht der Raumeinheit $= \frac{\text{Gewicht}}{\text{Volumen}}$	2,64 kg.

Es wurden drei Versuche vorgenommen, sodafs in jeder dieser Versuchsreihen die Belastung zwischen 0 und $P = 5$, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 und 60 Tonnen so oft gewechselt wurde, bis die Zusammendrückungen sich nicht mehr änderten. Der Zeitraum zwischen je zwei Abmessungen wurde zu 1,5 Minuten festgesetzt, um der namentlich bei den höheren Belastungen Einflufs habenden, elastischen Nachwirkung Rechnung zu tragen. Je gröfser die Belastungen werden, desto häufiger mufs die Be- und Entlastung vorgenommen werden, um die gleiche Federung zu erhalten, z. B. bei 5 t (0 — 13,8 kg/qcm) dreimaliger Wechsel; bei 10 t (0 — 27,5 kg/qcm) sechsmaliger Wechsel; bei 25 t (0 — 68,9 kg/qcm) neunmaliger Wechsel; bei 60 t (0 — 165,2 kg/qcm) elfmaliger Wechsel, wobei die gleiche Federung noch nicht erzielt war.

Die Zusammendrückungen auf 75 cm Länge für die drei Versuchsreihen sind in folgender Tabelle enthalten:

Die beiden Text-Abb. 3 u. 4 geben die Zusammendrückungen zeichnerisch für die Versuche 1 und 3, welch letzterer gewählt wurde, da er die geringste Temperaturschwankung aufwies und somit auch die gröfsere Genauigkeit besitzen dürfte.

Es ist naturgemäfs, dafs die bleibenden Zusammendrückungen bei den beiden letzten Versuchen kleiner sind als die des ersten Versuches; ferner ist es auch in der Verschiedenheit des Zeitabstandes der einzelnen Versuche begründet, dafs der dritte Versuch infolge der zehntägigen Ruhepause gröfsere Zusammendrückungen ergab als der zweite.

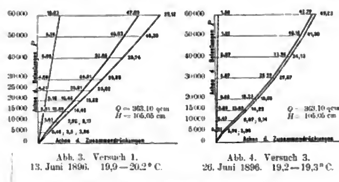


Abb. 3. Versuch 1. 13. Juni 1896. 19,9 — 20,2° C.

Abb. 4. Versuch 3. 26. Juni 1896. 19,2 — 19,3° C.

Linien der { bleibenden / federnden / gesamten } Zusammendrückungen.

Granitcylinder II:

Mittl. Durchmesser	20,7 cm,
„ Querschnitt	336,5 qcm,
Höhe, Stirnflächen gehobelt	105,0 cm,
Gewicht	93,9 kg,
Gewicht der Raumeinheit	2,66 kg.

Auch hier wurden drei Versuche ausgeführt, und zwar Versuche 1 und 2 bis $P = 100\,000$ kg, während bei Versuch 3 nur bis 60 000 kg gegangen wurde.

Die Mefslänge betrug: für die Versuche 1 und 2 50 cm,
für den Versuch 3 . . 75 cm.

(Sieh Tabelle Seite 197.)

Auch hier zeigte sich wie beim Granitcylinder I die Eigenthümlichkeit, dafs anfänglich stärkeres Wachsen der Zusammendrückungen erfolgt als der Spannungen und später langsamere Zunahme als bei letzteren, dafs also ein Wendepunkt innerhalb des Gebietes der Druckspannungen besteht. Die beim Granitcylinder I gemachten Erfahrungen bezüg-

Belastungen gesamte kg	kg/qcm	Zusammendrückungen auf 75 cm Länge in $\frac{1}{600}$ cm — gesamte — Versuch 1 13. 6. 96	gesamte Versuch 2 16. 6. 96	gesamte Versuch 3 26. 6. 96	bleibende Versuch 1 13. 6. 96	bleibende Versuch 2 16. 6. 96	bleibende Versuch 3 26. 6. 96	federnde Versuch 1 13. 6. 96	federnde Versuch 2 16. 6. 96	federnde Versuch 3 26. 6. 96
5 000	0 — 13,8	3,98	4,04	3,99	0,48	0,29	0,25	3,50	3,75	3,74
10 000	0 — 27,5	9,17	8,93	9,14	1,41	0,41	0,47	7,76	8,52	8,67
15 000	0 — 41,3	14,40	13,91	14,29	2,31	0,46	0,60	12,09	13,45	13,69
20 000	0 — 55,1	19,62	18,65	19,03	3,16	0,49	0,68	16,46	18,16	18,35
25 000	0 — 68,9	25,02	23,13	—	4,21	0,56	—	20,81	22,57	—
30 000	0 — 82,6	29,89	27,19	27,67	4,98	0,59	0,87	24,91	26,60	26,80
40 000	0 — 110,2	39,74	34,66	34,93	6,88	0,71	0,97	32,86	33,95	33,96
50 000	0 — 137,7	48,39	41,11	41,30	8,36	0,90	1,20	40,03	40,21	40,10
60 000	0 — 165,2	57,12	47,31	47,23	10,03	1,35	1,50	47,09	45,96	45,73
bei Temperaturen (° Cels.) von		19,9 — 20,2°	21,7 — 22,0°	19,2 — 19,3°						

Belastungen		Zusammendrückungen in $\frac{1}{600}$ cm											
		gesamte						bleibende			federnde		
gesamte kg	kg/qcm	Versuch 1 18. 6. 96	Temperatur	Versuch 2 19. 6. 96	Temperatur	Versuch 3 25. 6. 96	Temperatur	Versuch 1 18. 6. 96	Versuch 2 19. 6. 96	Versuch 3 25. 6. 96	Versuch 1 18. 6. 96	Versuch 2 19. 6. 96	Versuch 3 25. 6. 96
5 000	0 — 14,9	2,04		2,00	21,7° C.	3,11	20,6° C.	0,27	0,10	0,22	1,77	1,90	2,89
10 000	0 — 29,7	4,41	21,6° C.	4,40		6,88		0,56	0,13	0,38	3,85	4,27	6,50
15 000	0 — 44,6	6,84		6,71		10,61		0,87	0,13	0,47	5,97	6,58	10,14
20 000	0 — 59,4	9,19		9,01		14,24		1,18	0,13	0,49	8,01	8,88	13,75
30 000	0 — 89,2	13,76		13,35		20,81		1,73	0,16	0,59	12,03	13,19	20,22
40 000	0 — 118,9	18,17		17,27	21,8° C.	26,69		2,31	0,18	0,69	15,86	17,09	26,00
50 000	0 — 148,6	22,22		20,82		32,13		2,75	0,20	0,83	19,47	20,62	31,30
60 000	0 — 178,3	26,07	21,4° C.	24,13		36,98		3,19	0,23	0,98	22,88	23,90	36,00
70 000	0 — 208,0	29,74		27,17		—		3,66	0,23	—	26,08	26,94	—
80 000	0 — 237,7	33,45		30,00		—		4,10	0,30	—	29,35	29,70	—
90 000	0 — 267,5	36,78		32,01		—		4,50	0,38	—	32,28	32,53	—
100 000	0 — 297,2	40,32		35,68		—		5,00	0,53	—	35,32	35,15	—

lich des Einflusses der Temperaturwechsel und der Ruhepausen zwischen den Einzelversuchen zeigen sich auch aus obiger Tabelle.

4. **Bestimmung der Biegungselasticität und Biegungsfestigkeit.** Die zur Ermittlung der Druckelasticität unter 3 verwandten zwei Cylinder wurden durch Abarbeiten in rechteckige Prismen verwandelt und diese Balken der Biegungsprobe nach der Text-Abb. 5 unterworfen; es ist zu bemerken, dafs diese Körper schon vorher auf Druck beansprucht worden waren.

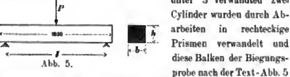


Abb. 5.

Die Abmessungen waren die folgenden (a = Balkenlänge):

	I. a	I. b	I. h	II. a	II. b	II. h
Maße	1050,5	147,6	149,8 mm	1050,0	146,2	146,6 mm
Gewicht	60,14 kg			58,65 kg		
Volumen abh	23,23 cdm			22,50 cdm		
Gewicht der Volumeneinheit	2,59 kg			2,60 kg.		

Die Belastung wurde auch hier zwischen P_{min} und P_{max} gewechselt, wobei jedoch P_{min} nicht = 0 gesetzt wurde, da bei der Anfangsbelastung = 0 die Wiederherbeiführung des Anfangszustandes nicht mit befriedigender Genauigkeit zu erreichen ist. Es wurde P_{min} = 300 kg angenommen.

Der **Dehnungscoefficient** = 1 : Elasticitätsmodul für Granit ergiebt sich auf Grund dieser Versuche nach den Formeln:

ohne Rücksicht auf die Schubkraft

1) Durchbiegung $\eta' = \frac{P a l^3}{\Theta 48} = 0,25\, P a \frac{l^3}{b h^3}$,

mit Rücksicht auf die Schubkraft

2) Durchbiegung $\eta' + \eta'' = a \frac{P}{bh} l \left\{ 0,25 \left(\frac{l}{h}\right)^2 + 0,78 \right\}$

	nach 1)	nach 2)
für den Balken I		
zwischen P = 300 und 800 kg $\sigma_b = \frac{Pl}{4} \cdot \frac{6}{bh^2}$ = 13,6 und 36,2 kg/qcm	$\frac{1}{142000}$	$\frac{1}{151000}$
zwischen P = 300 und 1300 kg σ^b = 13,6 und 58,9 kg/qcm	$\frac{1}{118000}$	$\frac{1}{126000}$
für den Balken II		
für σ_b = 14,3 und 28,7 kg/qcm	$\frac{1}{187000}$	$\frac{1}{200000}$
14,3 „ 43,0 „	$\frac{1}{185000}$	$\frac{1}{197000}$
14,3 „ 57,3 „	$\frac{1}{177000}$	$\frac{1}{189000}$
14,3 „ 71,6 „	$\frac{1}{165000}$	$\frac{1}{170000}$
14,3 „ 85,9 „	$\frac{1}{157000}$	$\frac{1}{168000}$

	I. Balken. 3. 8. 1896; 18,2—18,5° C.	II. Balken. 4. 8. 1896; 18,8—20,4° C.
1. Versuchsreihe.		
Entfernung l der Auflager	1000 mm	1000 mm
Bruchbelastung P	1800 kg	1800 kg
Biegungsfestigkeit, welche dieser Bruchbelastung entspricht nach der Gleichung $K_b = \frac{M_b}{\frac{1}{6} b h^2} = \frac{\frac{Pl}{4}}{\frac{1}{6} b h^2}$	$K_b = \frac{1800 \cdot 100 \cdot 6}{4 \cdot 14,76 \cdot 14,98^2}$ = 81,5 kg/qcm	$\frac{1800 \cdot 100 \cdot 6}{4 \cdot 14,62 \cdot 14,66^2}$ = 85,9 kg/qcm
Bruchquerschnitt	b = 147,0; h = 149,6 mm	b = 145,9; h = 147,1 mm
somit hiernach Biegungsfestigkeit	$\frac{1800 \cdot 100 \cdot 6}{4 \cdot 14,7 \cdot 14,96^2}$ = 82,1 kg/qcm	$\frac{1800 \cdot 100 \cdot 6}{4 \cdot 14,59 \cdot 14,71^2}$ = 85,5 kg/qcm
Mittel	83,8 kg/qcm.	
2. Versuchsreihe.		
Entfernung l des Auflagers	500 mm	500 mm
Bruchbelastung P	4180 kg	4700 kg
Biegungsfestigkeit, welche dieser Bruchbelastung entspricht	$K_b = \frac{4180 \cdot 50 \cdot 6}{4 \cdot 14,76 \cdot 14,98^2}$ = 95,5 kg/qcm	$\frac{4700 \cdot 50 \cdot 6}{4 \cdot 14,62 \cdot 14,66^2}$ = 112,2 kg/qcm
Bruchquerschnitt	b = 146,2; h = 150,0 mm	b = 145,8; h = 146,9 mm
somit hiernach Biegungsfestigkeit	$\frac{4180 \cdot 50 \cdot 6}{4 \cdot 14,62 \cdot 15,00^2}$ = 95,3 kg/qcm	$\frac{4700 \cdot 50 \cdot 6}{4 \cdot 14,58 \cdot 14,69^2}$ = 112,9 kg/qcm
Mittel	104,1 kg/qcm.	

Der obengenannten Arbeit v. Bachs ist die folgende Zusammenstellung über die Festigkeiten des Granits entnommen, welcher die entsprechenden Zahlen für ein zähes, graues Gufseisen (bearbeitet, also ohne Gufshaut) gegenübergestellt sind.

	Granit kg/qcm	Gufseisen kg/qcm
Druckfestigkeit im Durchschnitt	1006	7510 (Würfel),
Biegungsfestigkeit	83,8	2765 (quadr. Stab),
Schubfestigkeit (Drehungsversuch)	77,6	1680 (Kreiscylind.),
Zugfestigkeit	45,4	1560.

Bei beiden Materialien wachsen die Dehnungen schneller als die Spannungen.

Bach hat ferner auf Grund der oben angeführten Versuche unter Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate zur Bestimmung der Coefficienten für Spannungen bis 40 kg/qcm, allerdings mit anderem Granit als dem zu den Versuchen verwandten, folgende Werthe gefunden als Mittel und in abgerundeten Zahlen:

$$\text{für Druck } E = \frac{1}{300\,000}\sigma^{1,12}$$

$$\text{für Zug } E = \frac{1}{240\,000}\sigma^{1,4}.$$

Erst weitere Versuche werden aber über die Anwendbarkeit dieser Zahlen als allgemeingültige Mittelwerthe entscheiden können, da die Beschaffenheit des Granits eine sehr verschiedene sein kann. Nach den v. Bachschen Erfahrungen würde der Glimmergehalt des Granits einen bedeutenden Einflufs auf die Elasticität desselben ausüben.

II. Versuche des Mechanisch-Technischen Laboratoriums in München.

Die Versuchskörper stammten, wie die zu den Versuchen zu I verwandten, ebenfalls aus den Edenstettener Brüchen der Granitwerke Bergmaier u. Co.

Zunächst wurde die Druckfestigkeit dieser Proben aus sechs Würfeln mit folgendem Ergebnifs bestimmt:

Nr.	Spec. Gewicht	Druckfestigkeit kg/qcm	Bemerkung
1	2,67	1070	Die Druckflächen waren durch Abdrehung mit Diamanten geebnet worden.
2	2,67	1150	
3	2,68	1140	
4	2,67	1170	
5	2,67	1040	
6	2,67	1050	
Mittel	**2,67**	**1100** kg/qcm.	

Um das Verhalten des Granits im Gewölbe beurtheilen zu können, wurden zwei Körper genau nach den Abmessungen, wie sie an den Gelenken der Brücke verwandt werden sollten, und mit einer Breite von $^1/_{10}$ der Gewölbebreite im Scheitel hergestellt. Die Text-Abb. 6 zeigt die Anordnung des Gelenkes; es ist zu beachten, dafs die beiden Gelenkflächen nicht concentrisch, sondern um 2 mm discentrisch sind, wenn die Berührung ohne Bleieinlage erfolgt. Die Unterflächen der Quader waren ziemlich eben, aber ohne besondere Sorgfalt abgerichtet und gestockt. Die Gelenkflächen waren gut polirt. Um nun das gefährliche Einpressen des Bleies in die Poren des Granits zu verhindern, sollte, wie dies auch bei der Brücke selbst geschehen ist, das Blei zwischen 0,1 mm dicke Kupferbleche gelagert werden. Die Bleiplatte selbst aus Walzweichblei hatte eine Breite von 100 mm, eine Länge von 250 mm entsprechend den Dimensionen des Granitgelenkes und eine Dicke von 3 mm. Da aber kein 0,1 mm dickes Kupferblech zu haben war, wurde zu den Versuchen 0,08 mm dickes, blank polirtes Messingblech verwandt. Derartig zugerichtet wurden die Quader in aufrechter Stellung (Text-Abb. 6) zwischen die ebenen 75 × 75 cm grofsen gufseisernen Druckplatten der lothrechten Prüfungsmaschine gut centrisch aufgestellt und alsdann einer durch Druckwasser erzeugten Belastung unterworfen, die bis zu 94 t gesteigert wurde. Die obere Druckplatte der Maschine ist im Kugelgelenk beweglich. Die Versuche sollten sich nun erstrecken auf:

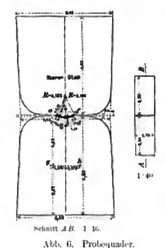


Abb. 6. Probequader.

a) das Verhalten der Steine und deren Formveränderungen.
b) die mögliche Drehung der Gelenke und
c) das Verhalten der Bleieinlage, namentlich in Bezug auf etwaiges Fliefsen.

Behufs der Messung der Zusammendrückung der Bleieinlage hatte man in der Achse der Quader auf beiden Seiten, in einem in lothrechter Richtung gemessenen Abstand von je 40 mm vom Scheitel des Gelenktheiles der Quader, an dem mit $\left\{\begin{matrix} a - b \\ a' - b' \end{matrix}\right\}$ bezeichneten Punkten kleine Metallmuttern fest in den Stein eingelassen, auf welche man je eine lothrecht gerichtete Zunge aus 2 mm starkem Messingblech aufschraubte, deren freie, zu einer Schneide ausgebildete Enden sich in einem lichten Abstand von etwa 3 mm befanden. Dieser Abstand wurde durch Einführung eines Mefskeiles während verschiedener Belastungszustände der Quader bis auf $^1/_{100}$ mm genau gemessen und dadurch die Zusammendrückung der Bleieinlage gefunden.

Vor Durchführung der Messungen sollte mittels einer Belastung von 4000 kg die Bleieinlage zur satten Anlage gebracht und ebenso ein Einrichten der Druckplatten bewirkt werden. Die weiter unten ersichtlichen Angaben über das Verhalten der Bleieinlage haben ergeben, dafs ein sattes Anliegen nicht erreicht wurde. Nach einigen Vorversuchen, welche bezüglich der Genauigkeit bei dem Einstellen des Mefskeiles nicht völlig genügten, wurde die Führung des Keiles durch Anbringung eines zweiten Auflagers verbessert und damit dann vollständig zuverlässige Ergebnisse erzielt. Es ist zu bemerken, dafs die ungünstigste Höchstbelastung mit Strafsenwalze und vollständiger Belastung von 360 kg/qm einen Gesamtdruck von 350000 kg auf das 2,5 m lange Scheitelgelenk ergiebt, dafs somit der 0,5 m breite Einzelgelenkquader eine Last von 70000 kg zu übertragen hat, entsprechend einer specifischen Belastung von $\frac{70000}{10 \cdot 50} = 140$ kg/qcm der Gelenkflächen.

Bei der Gröfse des Versuchsquaders entspricht eine Belastung mit 35 at dem im Gewölbe wirklich auftretenden gröfsten Drucke.

Die erste Versuchsreihe ergab bei

Belastungen von 10 15 20 25 30 35 40 t

eine Gesamt-Zusammendrückung der Bleieinlage von

10 13 15 17 18 20 20 $^1/_{100}$ mm.

Eine zweite weitergeführte Versuchsreihe gab für

Belastungen von 20 40 60 80 94 t

eine Gesamt-Zusammendrückung der Bleieinlage von

16 21 24 26 29 $^1/_{100}$ mm.

Ein Ausweichen bezw. Fließen des Bleies wurde in keinem Falle bemerkt. Die bleibende Annäherung der Messungen betrug nach der Entlastung der Quader kaum $2 \times {}^1/_{100}$ mm $= 0,00002$ m.

Diese Ergebnisse sind insofern bemerkenswerth, als offenbar infolge der starken Reibung zwischen Bleieinlage und Quader das Blei nicht, wie nach früheren anderweitig vorgenommenen Versuchen zu erwarten gewesen wäre, beim Druck von etwa 120 at zum Weichen kam, sondern sich wie ein elastischer Körper verhielt.

Das Hauptaugenmerk wurde sodann auf Formveränderungen der Quader selbst gerichtet und diese gemessen, vornehmlich in Bezug auf ein etwaiges seitliches Ausweichen des Materials zwischen Druckplatte und Gelenk. Zu diesem Zwecke wurden an den Punkten

$$\left\{ \begin{matrix} c-d-e-f \\ c'-d'-e'-f' \end{matrix} \right\}$$

etwa 3 mm weite und 5 mm tiefe Löcher in den Quader gebohrt und in dieselben Eisenzäpfchen fest eingelassen, die zur Aufnahme und Befestigung von Bauschingerschen Spiegelapparaten dienten. Die Anordnung und Bauart der Bauschingerschen Apparate, wie sie im vorliegenden Falle zur Verwendung kamen, war ganz die nämliche, wie sie im 24. Heft (Seite 9 u. 10) der ganzen Reihe der Mittheilungen aus dem Mech.-Techn. Laboratorium der Techn. Hochschule in München beschrieben ist.

Die Entfernungen zwischen den Meßpunkten $\left\{ \begin{matrix} c-d \\ c'-d' \end{matrix} \right\}$ und $\left\{ \begin{matrix} e-f \\ e'-f' \end{matrix} \right\}$ zu beiden Seiten der Quader betrug je 100 mm.

Am **unteren** Stein, also nahe der Hohlfläche, ergab die Messung im Mittel für Belastungen

von 10 15 20 25 30 35 40 t.

Gesamt-Verkürzungen der Entfernung der Meßpunkte c-d und c'-d'

von 9,8 13,3 15,8 17,7 19,0 19,8 20,2 $^1/_{1000}$ mm,

welche nach dem Entlasten wieder bis auf 0,2 Tausendstel Millimeter jener 100 mm langen Maßstrecke zurückgingen.

Dicke der Bleieinlage 3 mm

Abb. 7.

Dieses Maß von 0,000002 m stellt also die bleibende Verkürzung der Strecke c-d dar.

Am **oberen** Stein wurden hervorgebracht durch

Belastungen von 10 15 20 25 30 35 40 t

Gesamt-Verkürzungen der Entfernung der Meßpunkte e-f und e'-f'

von 4,9 6,9 8,5 9,6 10,6 11,3 12 $^1/_{1000}$ mm,

die nach der Entlastung wieder bis auf 1,0 Tausendstel Millimeter — bleibende Verkürzung — verschwanden.

Es lag nahe, diese Formänderung von der Art der Anlage der Steine an die Druckplatte abhängig zu glauben. Man legte somit bei dem zweiten Versuche eine Pappdeckelscheibe von 100 mm auf 250 mm bei, derart, daß sich die Horizontalprojectionen der Scheibe und des Cylinderabschnittes des Gelenkes deckten, und erhielt damit an den Punkten $\left\{ \begin{matrix} e-f \\ e'-f' \end{matrix} \right\}$ für

Belastungen von

10 15 20 25 30 35 40 t

Verkürzungen von

4,0 5,9 7,4 8,5 9,4 10,0 10,5 $^1/_{1000}$ mm.

Die bei dem ersten Versuch beobachteten Verkürzungen können daher nicht ausschließlich auf eine Biegungsbeanspruchung zurückgeführt werden, was zunächst am wahrscheinlichsten erschien.

Hierauf wurde der Bauschingersche Meßapparat noch in halber Höhe des **unteren** Steines in den Punkten $\left\{ \begin{matrix} g-h \\ g'-h' \end{matrix} \right\}$ angebracht. Die Punkte g und h befanden sich in je 75 mm Entfernung von der lothrechten Achse. Bei diesem Versuche, mit Beibehaltung der Pappdeckelbeilage, ergaben sich für

Belastungen von 10 15 20 25 30 35 40 t

Verlängerungen von 3,2 5,5 7,8 10,2 12,6 15,1 17,3 $^1/_{1000}$ mm

und bei der Wiederholung ohne Pappdeckelbeilage bei

Belastungen von 20 40 60 80 t

Verlängerungen von 7,0 16,9 26,5 36,9 $^1/_{1000}$ mm.

Das Aufquellen der Steine bei dem im Gewölbe auftretenden Drucke von 35 at beträgt sonach im Mittel etwa 14 Tausendstel Millimeter. Bei dem ganz ähnlichen Blankenberger Granit erfolgte nach den Angaben Professor **Föppls** in den Mittheilungen des Mech.-Techn. Laboratoriums der Bruch erst bei einer Dehnung von 60 Tausendstel Millimeter; hiernach können die Quader ganz erheblich größere als die im Gewölbe auftretenden Pressungen ertragen.

Endlich wurde noch durch eine Beobachtungsreihe die **gegenseitige Neigung der Steine**, d. h. die **Verdrehung des Gelenkes** um seine wagerechte Achse festgestellt. Zu

diesem Behufe steckte man auf die übereinanderliegenden Zapfen c und e am oberen und unteren Steine feste Planspiegel, welche der Bewegung des Gelenkes folgten, und deren Drehung mittels Ablesefernrohres an einer Millimetertheilung abgelesen wurde, die in einer Entfernung von 2 m vor den Spiegeln aufgestellt war. Es wurde also an einem Theilbogen von 4 m Halbmesser abgelesen. Für Belastungen von

2 4 6 8
10 15 20 25
30 35 40
60 80 t

ergab sich eine relative Bewegung von

+1,5 + 0 −1,1 −1,3
−2,1 −2,9 −3,6 −4,6
−6,1 −7,1 −8,3
−11,6 −13,7 mm,

an der Millimetertheilung gemessen, wobei mit dem Vorzeichen — eine Verkleinerung des dem Beobachter zugewandten Winkels, mit dem Zeichen + eine Vergröfserung dieses Winkels ausgedrückt ist.

II, 1 — concav, convex — 5000 kg — 45,55 qcm, 109,8 at; 45,65 qcm, 108,6 at

II, 3 — concav, convex — 15 000 kg — 96,43 qcm (114,29), 165,5 at (131,2); 96,42 qcm (106,86), 157,2 at (140,4)

II, 9 — concav, convex — 30 000 kg — 125,82 qcm (137,06), 238,3 at (218,9); 141,28 qcm (151,21), 212,3 at (198,4)

II, 4 — concav, convex — 35 000 kg — 157,43 qcm (165,46), 222,4 at (211,5); 145,7 qcm (167,05), 240,2 at (209,4)



45 000 kg — 159,13 qcm (174), 314,2 at (287); 156,6 qcm (172,2), 319,8 at (290,4)



60 000 kg — 181,7 qcm [illegible], 330,3 at [illegible]; 191,2 qcm (199,85), 313,8 at [illegible]

Dicke der Bleieinlage 5 mm.

Abb. 8.

Die Gesamtbewegung des Gelenkes ergiebt sich aus obigem Versuche zu 1,5 + 13,7 = 15,2 mm oder in Winkelmafs umgerechnet zu 0° 13,1′. Diese 15,2 mm entsprechen durchaus

III, 1 — concav, convex — 25 000 kg — 116,2 qcm, 301,2 at; 116,6 qcm, 300,4 at; Dauer 5 Minuten.

III, 2 — concav, convex — 35 000 kg — 151,1 qcm, 227,1 at; 149,3 qcm, 234,4 at; Dauer 4 × 24 Stunden.

Dicke der Bleieinlage 4 mm.

Abb. 9.



15 000 kg — 120,5 qcm (140,1), 124,5 at (107,1); 122,9 qcm (141,7), 122 at (105,9)



30 000 kg — 161,8 qcm (176,1), 184,8 at (170,4); 173,1 qcm (176,9), 173,3 at (169,6)



35 000 kg — 182,1 qcm (187,8), 192,2 at (186,3); 183,4 qcm (192,7), 190,8 at (181,6)

Blei zwischen Kupferblechen, 2,2 + 2,8 = 5 mm dick.

Abb. 10.

nicht etwa der wirklichen Annäherung der Punkte c und e, sondern geben nur das Mafs für den gröfsten Drehungswinkel ab.

Die Quader, die im Verlauf der Versuche einer gröfsten Belastung von 94 t ausgesetzt worden waren, woraus sich der mittlere Druck auf die Gelenkfläche zu $\frac{94\,000}{25 \cdot 10} = 376$ kg (vollständiges Anliegen der Bleieinlage vorausgesetzt) berechnet, zeigten sich nach Beendigung der Versuche vollständig unbeschädigt und unverändert. Wie später gezeigt werden soll, kam ein völliges Anliegen der Bleiplatten, auch bei diesem hohen Drucke, nicht zustande, sodafs die wirkliche specifische Pressung noch eine höhere war.

Professor Föppl-München bemerkt noch zu diesen Versuchen, dafs „nach der Spiegelmethode bei der Steigerung der Belastung ganz stetige Bewegungen im Gelenke zu constatiren waren."

Ein **Aufquellen des Steines unmittelbar am Gelenke** findet **nicht** statt; vielmehr wird der Stein an diesem Punkte auch der Quere nach zusammengedrückt. Ueber den Grund dieser Erscheinung vermag man sich theoretisch Rechenschaft zu geben. Praktisch wichtig wird diese Beobachtung, da somit eine Zerstörung im Gelenke um so weniger zu befürchten ist.

Die Versuche dehnten sich schliefslich noch auf das **Verhalten des Bleies in der Fuge** aus. Das Blei war gewöhnliches Walzweichblei von 250 qcm Fläche und von 3 mm durchaus gleichmäfsiger Stärke. Ueber die Druckfestigkeit dieses Materials liegen keine Versuche vor. Auf ein genaues Ausmessen der Fugen wurde bei diesen Versuchen nicht eingegangen. Das Aussehen der in den Text-Abbild. 7 bis 10 wiedergegebenen Diagramme der Bleieinlage ergiebt, dafs die Fugen selbst unter dem gröfsten Drucke sich nicht völlig geschlossen hatten.

Es wurden folgende Versuche angestellt:

I. Reihe mit 3 mm starkem Blei } zwischen Messingblechen.
II. „ „ 5 mm „ „ }

Die Belastungszeit für diese Versuche betrug fünf Minuten.

Zu den Diagrammen sei bemerkt, dafs sie die durch den Druck glatt gewordenen Flächen des Bleies darstellen. Die mit „concav" bezeichnete Fläche ist diejenige, welche am oberen Steine anliegt. Die dunklen Flächen entsprechen den ganz klar umrissenen Flächen des Bleies, während die helleren Töne die Theile bezeichnen, auf denen der Druck schon zu wirken begonnen hat, ohne jedoch seine volle Wirkung auszuüben. Die Anlagestellen wurden nach jedem Einzelversuche umfahren und abgenommen, sodann das Blei für den nächsten Versuch wieder mit einer feinen Drahtbürste aufgerauht. Ein Fliefsen oder stärkeres Ausweichen des Bleies wurde nicht bemerkt.

Die Versuche der III. Reihe wurden mit 4 mm starkem Blei vorgenommen; sie sollten hauptsächlich den Einflufs der Zeitdauer des Druckes auf die Bleieinlage erproben. Die beiden unter 35 t Druck gemachten Versuche (Diagramme III, 1 u. 2, Text-Abb. 9) zeigen deutlich den Unterschied zwischen der bei III, 1 während fünf Minuten unterhaltenen Belastung und der bei III, 2 4×24 Stunden dauernden Belastung. Die Zunahme ist derartig, dafs anzunehmen ist, dafs bei noch längerer Zeitdauer der Gesamtquerschnitt zur Wirkung kommen wird.

Für die Gelenke der Brücke waren ursprünglich 3 mm starke Bleieinlagen zwischen Kupferblechen vorgesehen. Nach den Ergebnissen der ersten Versuche, welche die Schwierigkeit, solches Blei zum Anliegen zu bringen, erwiesen, sollten an deren Stelle 5 mm starke Einlagen treten. Bei der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit konnten während der Bauausführung weder 3 mm noch 5 mm starke Bleiplatten beigebracht werden. Deshalb wurden an Stelle einer Platte zwei Bleiplatten aus zur Verfügung stehendem Blei von 2,2 und 2,8 mm Stärke zwischen Kupferblechen verwandt. Um zu erheben, ob diese beiden, zusammen 5 mm starken Platten wie eine einzige Platte von 5 mm Stärke sich verhalten, oder ob etwa jede Platte für sich dem Anschliefsen widerstehen würde, wurden noch weitere Versuche mit diesen zusammengesetzten Platten gemacht. Das Ergebnifs dieser Versuche ist aus den Diagrammen IV, 1 bis 3, Text-Abb. 10 zu ersehen. Bei der Rauhheit des Kupferbleches ist das Ergebnifs der Versuche ein weniger deutliches, aber immerhin zufriedenstellendes und zeigt, dafs in der That diese zwei Platten zusammen sich verhalten wie eine Platte von 5 mm Stärke.

Die Ergebnisse dieser von den Professoren Baudirector v. Bach und Föppl vorgenommenen Versuche im Verein mit dem Verhalten der Granitgelenke lassen die Verwendung von Steingelenken an Stelle von Eisengelenken um so mehr gerechtfertigt erscheinen, als die Steingelenke thatsächlich weniger Kosten verursachen und das Auge mehr befriedigen. Sie ermuthigen somit zu weiterem Vorgehen in ähnlichem Sinne auch bei gröfseren Spannweiten.

Für eine vom Landesbaurath Leibbrand entworfene Brücke von 50 m Spannweite über den Neckar bei der Station Neckarhausen der Bahn Horb-Rottweil, welche neben der Strafse auch noch eine Kleinbahn von 1,0 m Spannweite aufnehmen wird, sind noch weitere Versuche in Aussicht genommen, die erweisen sollen, in welchem Verhältnifs die Gelenkquader einerseits auf Biegung und anderseits auf rückwirkende Festigkeit zu berechnen sind.

Der Bau des Kaiser Wilhelm-Canals.

Vom Geheimen Baurath Fülscher in Berlin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 27 bis 32 im Atlas.)

(Fortsetzung.)

E. Die Thore und sonstigen Verschlüsse sowie die Bewegungsvorrichtungen der Schleusen in Brunsbüttel und Holtenau.

In diesem Abschnitt werden nacheinander behandelt werden:

a) die Schleusenthore nebst den Abdeckungen der Thornischen,
b) die Schützen der Umlaufcanäle,
c) die Spille,
d) die Bewegungsvorrichtungen der Thore, Schützen und Spille und
e) die Dockthore, die das Trockenlegen der Schleusen für Wiederherstellungsarbeiten ermöglichen.

a) Die Schleusenthore nebst den Abdeckungen der Thornischen.

Wie bereits bei der allgemeinen Darstellung des Bauentwurfs für den Kaiser Wilhelm-Canal auf Seite 382 u. f. des Jahrgangs 1896 dieser Zeitschrift und bei der eingehenden Beschreibung der Schleusen in Brunsbüttel und Holtenau auf Seite 421 und 422, bezw. 553 des Jahrgangs 1897 dargelegt worden ist, ist jede Schleuse mit soviel Thoren ausgerüstet, dafs sowohl bei Elbe- bezw. Ostseewasserständen, die höher als der Canalwasserspiegel liegen, geschleust werden kann, als auch dann, wenn die Aufsenwasserstände niedriger sind, als der Canalwasserspiegel. Die dem ersteren Zweck dienenden Thore werden im folgenden als Fluththore bezeichnet werden, obgleich die Thore der Holtenauer Schleuse wegen des Fehlens von Ebbe und Fluth in der Ostsee diesen Namen nicht ganz mit Recht tragen. Die bei niedrigen Aufsenwasserständen zur Benutzung gelangenden Thore werden dementsprechend Ebbethore genannt werden. Aufser diesen Thoren besitzt jede Schleuse noch zwei Sperrthore, von denen das eine gegen den Vorhafen, das andere gegen den Binnenhafen kehrt. Sie sind so ausgebildet, dafs sie bei Strömung in den Schleusen ohne jede Gefahr geschlossen werden können und nach Zuschützung der in ihrer Fläche befindlichen grofsen Oeffnungen die Strömung in den Schleusen aufheben, sodafs nunmehr die Fluth- oder Ebbethore — je nach den vorhandenen Wasserstandsverhältnissen — in ruhigem Wasser geschlossen werden können. Ist dieses geschehen, dann werden zunächst die Schützenöffnungen der

Sperrthore wieder frei gemacht und darauf die Thore in ihre Nischen zurückgedreht.

Jede der beiden Schleusen in Brunsbüttel, und ebenso in Holtenau, hat somit zwei Fluththore, zwei Ebbethore und zwei Sperrthore. Da jedes Thor aus zwei Flügeln besteht, sind bei den beiden Schleusenanlagen nicht weniger als je 24 Thorflügel vorhanden. Die grofse Anzahl von Thorflügeln, die für den Schleusenbetrieb erforderlich war, legte die Erwägung nahe, ob nicht an Stelle der Stemmthore eine andere Verschlufsvorrichtung zur Ausführung zu bringen sei. Aufser den Stemmthoren konnten nur noch Schiebethore in Frage kommen, die den Vortheil haben, dafs sie nach beiden Richtungen hin kehren können; an jedem Haupt der Schleusen würde also statt eines Fluth- und eines Ebbethores nur ein Schiebethor nothwendig gewesen sein. Auch hätten sich die Schiebethore so ausbilden lassen, dafs sie bei Strömung in den Schleusen geschlossen werden konnten, und dafs somit die Anordnung von Sperrthoren überflüssig wurde. Anderseits haben sie den Nachtheil, dafs sie erheblich schwerer und langsamer zu bewegen sind als Stemmthore. Ihre Masse ist gröfser, und der Weg des Schiebethor-Schwerpunktes beträgt beim Schliefsen sowohl als beim Oeffnen rund 26 m. Das Stemmthor dagegen ist in zwei Flügel aufgelöst, die zusammen leichter sind als das Schiebethor, und aufserdem beträgt der Weg des Schwerpunktes jedes Thorflügels nur etwa 8,5 m. Dazu kommt, dafs die Bewegungswiderstände sich bei den Drehthoren übersehen lassen und, wenn von der Einwirkung des Windes auf die Thorflächen abgesehen wird, jederzeit gering bleiben. Dagegen können bei dem Schiebethor die rechnungsmäfsig ermittelten Widerstände noch aus verschiedenen Ursachen sehr erheblich und in ganz unberechenbarer Weise vergröfsert werden. Aufserdem kann auch die unter Umständen nicht zu vermeidende Verschlickung oder Versandung des unteren Führungsfalzes und der Thorkammer eine sehr beträchtliche Erschwerung der Thorbewegung herbeiführen. In ganz besonders hohem Mafse können die Bewegungswiderstände bei Schiebethoren — mögen die Thore gleiten oder auf Rollen laufen — zunehmen, wenn in der Sohle des Führungsfalzes beim ersten Einlassen des Wassers in die Schleuse oder später Bewegungen auftreten, welche die Höhenlage der Unterstützung des Schiebethores verändern. Dieser Fall wäre voraussichtlich bei den Schleusen in Brunsbüttel eingetreten, woselbst, wie bereits früher eingehend besprochen worden ist, recht erhebliche Setzungen des Schleusenmauerwerks vorgekommen sind. Endlich lassen sich die Stemmthore im Nothfalle mit Sicherheit durch Menschenkräfte an Stelle der für den Betrieb vorgesehenen Maschinenkraft bewegen, während diese Möglichkeit bei Schiebethoren kaum vorliegt. Unter fernerer Berücksichtigung der Thatsache, dafs Stemmthore durch eine langjährige Verwendung bei Schiffahrtsschleusen jeder Gröfse erprobt sind und somit die Gewähr für eine sichere Wirkung und einen schnellen Betrieb bieten, während das Anwendungsgebiet der Schiebethore bisher nur klein war und somit endgültige Erfahrungen über diese Thorart nicht vorliegen, konnte der Entschlufs, für die Schleusen in Brunsbüttel und Holtenau Stemmthore zu wählen, nicht zweifelhaft sein.

Für die Durchbildung der Thorflügel war der Gesichtspunkt mafsgebend, dafs die Thore für die Schleusen in Brunsbüttel und Holtenau möglichst genau gleiche Abmessungen erhalten sollten, weil dann die Zahl der für die Auswechselung schadhafter Thore bereit zu haltenden Flügel auf das geringste Mafs herabzumindern war. Bei den Ebbe- und Sperrthoren ist es gelungen, die Anordnung im einzelnen so zu treffen, dafs jeder Thorflügel sowohl in Brunsbüttel wie in Holtenau verwandt werden kann, dagegen mufsten für die beiden Schleusen verschiedene Fluththore beschafft werden, weil die Drempel in Brunsbüttel um 0,4 m tiefer, die Schleusenhäupter um annähernd 3 m höher als in Holtenau liegen. Als Material für die Thore wurde weiches Flufseisen gewählt, weil für dasselbe, zumal bei der ruhigen stofsfreien Belastung, wie sie durch den Wasserüberdruck auf die Thore ausgeübt wird, höhere Beanspruchungen zulässig sind als bei Schweifseisen. Aufserdem ist die Eigenschaft des Flufseisens, in der Walzrichtung und quer zu derselben gleiche Festigkeiten zu haben, für Schleusenthore von besonderem Werth. Für die zulässigen Beanspruchungen des Flufseisens wurden zwei verschiedene Grenzen festgesetzt. Bei Wasserdrucken, die im Schleusenbetriebe vorkommen, ist jedes Glied der Thore höchstens mit 900 kg für 1 qcm beansprucht; für Wasserdruckkräfte, die nur bei den höchsten Sturmfluthen, bezw. den tiefsten Niedrigwassern auftreten, steigen die Beanspruchungen bis 1200 kg/qcm. Für die Riegel-Stehbleche der Fluththore wurden für Sonderfälle, die indessen nur dann eintreten können, wenn zu Zeiten der höchsten Sturmfluthen grobe Fehler in der Behandlung der Thore seitens der Schleusenwärter gemacht werden, Beanspruchungen bis 1600 kg/qcm zugelassen, weil angenommen wurde, dafs es in solchem Falle genügen würde, wenn eine ausreichende Sicherheit gegen bleibende Formänderungen der Stehbleche vorhanden ist.

Wie bereits mitgetheilt, sind die Ebbethore und Sperrthore der beiden Schleusen vollständig gleich, die Fluththore dagegen verschieden. Diese Verschiedenheiten sind jedoch keineswegs grundsätzlicher Natur, vielmehr stimmen die Fluththore in Brunsbüttel und Holtenau in ihrer Durchbildung vollständig mit einander überein, es hat nur die gröfsere Höhe der Brunsbütteler Thore eine Vermehrung der Riegel und damit zusammenhängend eine andere Riegelentfernung als bei den Holtenauer Thoren herbeigeführt, und der gröfsere Wasserdruck, dem die Thore in Brunsbüttel Widerstand zu leisten haben, hat eine Verstärkung der Querschnitte nothwendig gemacht. Es erübrigt sich deshalb, beide Fluththore zu beschreiben, und es wird daher nur auf die Brunsbütteler Fluththore eingegangen werden. Im folgenden werden zunächst die Entwürfe der Thore, und zwar nach einander der Fluththore, der Ebbethore und der Sperrthore, sowie der Nischenabdeckungen beschrieben werden, dann erst wird auf die Bauausführung und die Kosten der Thore eingegangen werden.

1. Die Fluththore der Schleusen in Brunsbüttel.

Hierzu die Abbildungen auf Blatt 27 und 28.

Der Drempel der Schleusen in Brunsbüttel liegt mit seiner Oberkante auf der Höhe + 9,80, der höchste bekannte Wasserstand auf der Höhe + 25,01. In Rücksicht auf den Wellenschlag, der bei Sturmfluthen vor den Thoren auftritt, sowie die Möglichkeit, dafs spätere Fluthen noch über die bisher beobachtete gröfste Höhe auflaufen können, ist die

Thoroberkante auf + 25,50 gelegt. Die Höhe der Thore über der Drempeloberkante ergiebt sich somit zu 15,70 m. Der Mittelpunkt der Wendenische liegt 45 cm hinter der Flucht der Schleusenmauern, und der Halbmesser, nach dem die Nische ausgerundet ist, beträgt ebenfalls 45 cm. Bei 25 m Lichtweite der Schleusen und bei im Verhältnifs 1:3 geneigten Drempeln berechnet sich die Länge eines Thorflügels, gemessen in einer durch den Mittelpunkt der Wendenische gleichlaufend mit dem Drempel gelegten Linie, nach Mafsgabe der Text-Abb. 136 zu

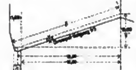


Abb. 136. Drempel u. Wendenische der Fluththore. 1:100.

$$l = \sqrt{12{,}95^2 + \left(\frac{12{,}95}{3}\right)^2} + 0{,}45 = 14{,}1006$$
$$= \text{rund } 14{,}10 \text{ m.}$$

Die Länge der Thorflügel ist somit nur wenig kleiner als die Höhe. Unter solchen Verhältnissen ist es im allgemeinen zweifelhaft, ob die Bildung des Thorgerippes aus einer Schlagsäule, einer Wendesäule und einer Anzahl zwischen diesen Säulen eingespannter Riegel zu einem geringeren Thorgewicht führt, als die Anordnung eines oberen Riegels, der als Stützpunkt für lothrechte Ständer, die sich mit ihrem unteren Ende gegen den Drempel lehnen, dient und den gesamten Stemmdruck des Thores aufzunehmen und auf das Schleusenmauerwerk zu übertragen hat. Zu Vergleichszwecken wurde deshalb je ein Entwurf für ein sogenanntes Riegelthor und ein sogenanntes Ständerthor aufgestellt. Die Kräfte, die der obere Riegel des Ständerthores zu übertragen hatte, wurden jedoch so grofs, dafs sie von einem sachgemäfs ausgebildeten Querschnitt nicht übernommen werden konnten. Es wurde deshalb nöthig, einen Mittelriegel einzuschalten. Dieser Riegel mufste aber der Verschwächung wegen, die das Schleusenmauerwerk dort erfährt, wo die Umlaufcanäle liegen, eine solche Höhenlage erhalten, dafs die von ihm aufzunehmenden Kräfte auch noch zu grofs wurden, um von ihm übertragen zu werden. Mithin hätte zur Einschaltung noch eines zweiten Zwischenriegels geschritten werden müssen. Unter diesen Umständen war auf eine Verminderung des Thorgewichtes durch die Verwendung von Ständern nicht mehr zu rechnen, und der Vortheil der Ständerthore, eine klarere Uebertragung der auf das Thor und seine Einzeltheile wirkenden Kräfte zu haben und damit eine zweckentsprechende Abmessung der Querschnitte des Thorgerippes zu erleichtern oder zu ermöglichen, kam in Fortfall. Deshalb wurde von der Anwendung von Ständern für die Fluththore, und zwar sowohl für die Schleusen in Brunsbüttel wie in Holtenau, Abstand genommen und die Thore wieder in der für Seeschleusen-Thore bisher üblichen Weise mit wagerechten Riegeln versehen. Die äufsere Erscheinung der Thore zeigt nach einer photographischen Aufnahme der Holtenauer Thore die Text-Abb. 137.

Das Gerippe der Brunsbütteler Fluththore besteht aus den beiden lothrechten Säulen, der Schlagsäule und der Wendesäule, und aus neun wagerechten Riegeln. Die Mitte des untersten Riegels liegt in der Höhe + 9,77, die des obersten auf + 23,45, also 2,05 m unter der Thoroberkante. Die Gründe hierfür werden später näher erläutert werden. Die Riegelentfernung ist in der ganzen Thorhöhe gleich, sie beträgt durchweg 1,52 m und ist damit erheblich gröfser als bei sämtlichen bekannt gewordenen, früher ausgeführten Thoren. Die Möglichkeit, eine so grofse Riegelentfernung zu wählen, war dadurch gegeben, dafs die Eisenwalzwerke die für die Thorhaut erforderlichen Bleche von 1,30 m Breite, 6 bis 7 m Länge und bis 16 mm Stärke Dank den Fortschritten in den Walzverfahren jetzt ohne erheblichen Aufschlag gegen den Grundpreis herstellen können. Die Wahl der grofsen Riegelentfernung empfahl sich aus mehreren Gründen. Zunächst wird die Zahl der Riegel und damit ihr Gewicht verringert, und diese Verminderung ist so grofs, dafs sie die Gewichtsvermehrung, die durch die nunmehr nothwendig werdende Versteifung der Hautbleche hervorgerufen wird, nicht unbeträchtlich übersteigt. 1 qm Ansichtsfläche wiegt z. B. bei den Thoren der neuen Wilhelmshavener Seeschleuse, die noch enge Riegelstellung haben, 0,615 t, während es bei den Brunsbütteler Thoren, trotz des höheren Wasserüberdrucks, der den Berechnungen der Thore zu Grunde gelegt ist — in Wilhelmshaven 4 m, in Brunsbüttel 5,7 m — nur 0,583 t wiegt. Dann wird die Zahl der auf der Baustelle zu schlagenden Niete und die Länge der daselbst zu dichtenden und auch später dicht zu haltenden Nähte verringert, was von grofser Bedeutung ist, und endlich werden die später zu unterhaltenden wagerechten Flächen des Thor-Inneren verkleinert und die Unterhaltungsarbeiten in den gröfseren Räumen überdies wesentlich erleichtert. Die Höhenlage des obersten Riegels mufste so gewählt werden, dafs die Verankerung der Halslager der Thorflügel den auf sie einwirkenden, unter Umständen sehr erheblichen Kräften ausreichenden Widerstand entgegensetzen kann. Im oberen Theil der Schleusenmauern sind aber die Kammern ausgespart, in denen die Motore, Transmissionen und Antriebe der Thore,



Abb. 137. Fluththore der Schleusen in Holtenau.

der Umlaufcanal-Schützen und der Spille untergebracht sind, und deshalb sind die Schleusenmauern dort nicht so stark, dafs sie gröfsere Kräfte aufnehmen können. Die Sohle dieser Kammern liegt auf der Höhe + 24,30. Dementsprechend ist die Mitte des Halszapfens und des Halslagers auf die Höhe + 23,85 und die Mitte des obersten Riegels auf + 23,45 gelegt. Die Mitte des untersten Riegels liegt auf + 9,77, es beträgt also die Entfernung zwischen dem untersten und obersten Riegel 13,68 m.

Die Grundform der Riegel ist aus der Abb. 8 auf Bl. 27 u. 28 zu ersehen, die daselbst eingeschriebenen Mafse beziehen sich auf die Aufsenkante der das Stehblech säumenden Winkeleisen. Im mittleren Riegeltheil laufen die Gurtungen auf 8 m Länge mit einander parallel und die Riegelhöhe beträgt hier 1,28 m. Nach den beiden Enden zu verjüngt sich die Riegelhöhe, jedoch mit der Mafsgabe, dafs die dem Drempel zugekehrte Gurtung bis nahe an die Schlag- und Wendesäule heran eine gerade Linie bildet. Die Drehachse der Thore liegt nicht in der Mittellinie der Riegel, sondern sie ist mehr nach dem Drempel hingerückt. Diese Anordnung hat den Nachtheil, dafs das Gewicht des Thores auf ein Verdrehen desselben in einer Ebene, die senkrecht zum Thore steht, hinwirkt; sie bringt aber im Verein mit einer entsprechenden Lage der Stemmleisten an der Schlag- und Wendesäule den grofsen Vortheil mit sich, dafs der Stemmdruck ein Moment bildet, welches den durch den Wasserdruck hervorgerufenen Riegelspannungen entgegenwirkt. Der Abstand der Drehachse der Thore von dem Mittelpunkt der Wendenischen ist zu 20 mm gewählt. Oberhalb des obersten Riegels ist nur auf der dem Aufsenhafen zugekehrten Thorseite eine Blechhaut angeordnet. Diese stützt sich gegen lothrechte Consolen, die an dem obersten Riegel angebracht sind. Zwischen dem obersten und dem untersten Riegel sind die Thore auf beiden Seiten mit dichten Blechwänden bekleidet. Da das Gewicht der Thore geringer ist als das Gewicht des von ihnen verdrängten Wassers, würden sie aufschwimmen, wenn das Thorgewicht nicht durch Ballast vergröfsert wird. Als Ballast ist Wasser gewählt, das im Thor so untergebracht ist, dafs bei allen Wasserständen ein möglichst gleichmäfsiger Druck auf den Spurzapfen wirkt, und ebenso möglichst gleichmäfsige und geringe Schubkräfte auf den Spur- und Halszapfen geäufsert werden. Zu diesem Zweck ist die im folgenden erörterte Anordnung getroffen. Durch die zehn vorhandenen Riegel wird das Thor-Innere in neun Abtheilungen zerlegt. Jede dieser Abtheilungen wird nun durch einen lothrechten Schacht, der als Einsteigeschacht dient und vom obersten bis zum untersten Riegel durchgeht, wieder in zwei Theile zerlegt, sodafs aufser dem Einsteigeschacht im ganzen 18 verschiedene Räume im Thor-Inneren entstehen (Text-Abb. 138). Von diesen Räumen sind bei regelrechtem Betriebe die untersten vier Abtheilungen zwischen dem Einsteigeschacht und der Schlagsäule mit Luft gefüllt, und das gleiche ist mit dem Einsteigeschacht in seiner ganzen Höhe der Fall; alle übrigen Räume stehen mit dem auf der Binnenseite der Thore befindlichen Wasser durch Rohrleitungen in Verbindung und füllen und leeren sich entsprechend dem daselbst jeweilig vorhandenen Wasserstande. Die mit Luft gefüllten Kammern sind so angeordnet, dafs sie unterhalb des niedrigsten Wasserstandes liegen, sie besitzen also einen stets gleichen Auftrieb, und dieser Auftrieb wirkt dem Gewicht des Thores entgegen und entlastet somit den Spurzapfen. Die Grundfläche der Luftkammern und des Einsteigeschachtes beträgt zusammen 11,87 qm, die Höhe der Luftkammer 6,09 m, der Auftrieb also 11,87 · 6,09 = rund 72,3 t. Der Querschnitt des Einsteigeschachtes mifst 1,52 qm, bei dem auf + 19,27 liegenden niedrigsten Canalwasserstande wird durch den oberhalb der Luftkammerdecke gelegenen Theil des Einsteigeschachtes noch ein Auftrieb erzeugt von

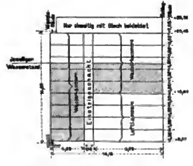


Abb. 138. Gerippe der Fluththore in Brunsbüttel. 1 : 400.

$$1,52\ (19,27 - 15,85) = 5,2\ \text{t},$$

und durch das Eintauchen der Holz- und Eisentheile des Thores wird ein weiterer Auftrieb von etwa 5 t hervorgerufen, sodafs der Thorauftrieb bei dem Wasserstande + 19,27 gegen 72,3 + 5,2 + 5,0 = 82,5 t beträgt. Das Gewicht eines Thorflügels ist nach der Gewichtsermittlung, die für die fertigen Thore aufgestellt worden ist, ziemlich genau gleich 130 t. Es lastet somit jeder Thorflügel bei dem Wasserstande + 19,27 mit 130 — 82,5 = 47,5 t auf seinem Spurzapfen. Bei höheren Wasserständen vermindert sich der Druck, bei niedrigeren Wasserständen wächst er etwas an. Die Belastung des Spurzapfens mit 47,5 t ist reichlich grofs; es wäre zweckmäfsiger gewesen, wenn sie bis auf etwa 25 t herabgemindert worden wäre. Die dazu nöthige Vergröfserung des Luftkammer-Grundrisses hätte sich durch eine Verschiebung des Einsteigeschachtes nach der Wendesäule zu leicht erreichen lassen. Die Entwurfbearbeitung der Fluththore erfolgte jedoch auf Grund einer Gewichtsberechnung, die nach Zeichnungen aufgestellt war, die im wesentlichen die bauliche Durchbildung der Thore und nicht die Einzelanordnungen darstellten, und diese Gewichtsberechnung hat sich erst nach der Herstellung der Thore als zu niedrig erwiesen.

Die Lage der Luftkammern ist so gewählt, dafs der Hebelsarm ihres Auftriebes möglichst grofs wird, und deshalb sind die Luftkammern nach der Schlagsäule zu angeordnet. Der Hebelsarm beträgt rund 8,30 m, und da der Auftrieb der Luftkammern allein

$$(11,87 - 1,52) \cdot 6,09 = \text{rund } 63\ \text{t}$$

grofs ist, so ist das Moment des Auftriebes der Luftkammern gleich 63,0 · 8,3 = 523 tm. Der Einsteigeschacht hat bei dem Wasserstande + 19,27, also dem niedrigsten im Kaiser Wilhelm-Canal vorkommenden Wasserstande, einen Auftrieb von etwa 14,5 t, der Hebelsarm beträgt 4,35 m und somit das Moment dieses Auftriebes 14,5 · 4,35 = rund 63 tm. Die Luftkammern und der Einsteigeschacht zusammen haben also ein Auftriebmoment von 523 + 63 = 586 tm, und dieses Moment wirkt demjenigen des Thorgewichtes entgegen. Der Schwerpunkt der Thorflügel liegt fast genau in der Mitte derselben, hat also von der Mitte des Spur- und des Halszapfens einen Abstand von $\frac{14,10}{2} - 0,45 = 6,60$ m. Das

Gewicht eines Thorflügels beträgt 130 t, davon sind jedoch des durch das Eintauchen von Holz- und Eisentheilen entstehenden Auftriebs wegen nur 125 t in die Berechnung einzuführen, und das Moment des Thorflügel-Gewichts ist somit $= 125 \cdot 6,6 =$ rund 825 tm. Diesem Moment wirkt das Auftriebmoment mit 586 tm entgegen, es sind also nur $825 - 586 = 239$ tm von dem Hals- und dem Spurzapfen aufzunehmen. Da die Mitte des Halslagers auf der Höhe $+ 23,85$, der Spurzapfen auf $+ 9,65$ liegt, so haben Hals- und Spurlager wagerechten Kräften von

$$\frac{239}{23,85 - 9,65} = \text{rund } 16,8 \text{ t}$$

zu widerstehen. Da während der Bewegung der Thore niedrigere Wasserstände als $+ 19,27$ nicht vorkommen können, so ist die eben berechnete Kraft die höchste, die während des Schleusenbetriebes auf die Fluththorzapfen wirken kann. Bei allen höheren Wasserständen werden die Kräfte noch etwas kleiner. Es ist also durch die Anordnung der Luftkammern gelungen, die auf den Spur- und den Halszapfen wirkenden Kräfte sehr erheblich abzumindern, und dadurch werden nicht nur die bei der Bewegung der Thore zu überwindenden Reibungswiderstände verringert und die Bewegung der Thore erleichtert, sondern es ist auch der Abnutzung der Zapfen möglichst entgegengewirkt.

Nachdem so die allgemeine Anordnung der Fluththore besprochen ist und die dafür mafsgebenden Gesichtspunkte dargelegt worden sind, soll nunmehr auf die Ausbildung der Einzeltheile dieser Thore näher eingegangen werden.

Die Riegel und die Schlag- und Wendesäule. Die Riegel haben bis auf den obersten und den untersten einen gleichen, I förmigen Grundquerschnitt erhalten. Dieser ist aus einem Stehblech, vier das Stehblech säumenden Winkeleisen und zwei breiten Gurtplatten gebildet und in der Text-Abb. 139 dargestellt. Die beiden Gurtplatten ragen

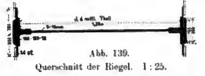


Abb. 139.
Querschnitt der Riegel. 1 : 25.

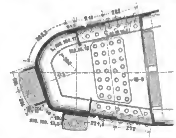
sowohl nach oben wie nach unten um 7 cm über die Winkeleisen hinaus, und an diese Flächen sind die Bleche der Aufsenhaut des Thores angeschlossen. Aufser diesen Gurtplatten haben die beiden Gurte der Riegel theilweise noch je zwei weitere Gurtplatten zur Erzielung des nöthigen Querschnitts erhalten müssen. Die Kanten dieser Platten und ebenso die der Hautbleche sind abgeschrägt worden, um das Verstemmen der Nähte zu erleichtern. Bei dem obersten und dem untersten Riegel fehlt an der dem Canal zugekehrten Gurtung je ein Winkel, und die breite Gurtplatte hat dort nur die halbe Höhe erhalten. Bei dem obersten Riegel fehlt der obere Winkel, damit das auf den Riegel fallende Regen- und Spritzwasser ablaufen kann, ohne in das Thor-Innere eingeführt oder durch dasselbe hindurchgeführt werden zu müssen. Auf der Unterseite des untersten Riegels ist die eichene Drempel-Anschlagleiste befestigt, und deshalb ist hier der eine Gurtwinkel und die halbe Gurtplatte in Wegfall gekommen. Da die Riegelstehbleche — wie später noch eingehender erörtert werden wird — theilweise ständig, theilweise unter besonderen Umständen durch lothrecht wirkenden Wasserdruck belastet werden, sind sie mit Winkeleisen ausgesteift. Diese Winkeleisen sind bei dem untersten Riegel auf der oberen Seite des Stehbleches angeordnet, bei allen übrigen Riegeln sind sie auf der Unterseite der Stehbleche aufgenietet; sie haben eine solche Länge erhalten, dafs sie zwischen die lothrechten Schenkel der Gurtwinkel der Riegel eingebaut werden konnten. Sämtliche Riegel sind mit ihren Enden in die Schlag- und Wendesäule hineingeführt. Diese Säulen haben beide genau den gleichen Querschnitt erhalten und bestehen aus je zwei 12 mm starken Blechen, die in der aus der Text-Abb. 140 ersichtlichen Weise gekrümmt sind. Das äufsere Blech ist 1256 mm breit, das innere jedoch 1532 mm, sodafs es beiderseitig um 143 mm über das äufsere Blech hervorragt. An diesen Ueberstand sind die Hautbleche des Thores mit doppelreihiger Vernietung angeschlossen.



Abb. 140. Wagerechter Schnitt durch die Wendesäule. 1 : 25.

Die Stehbleche der Riegel sind den auf sie einwirkenden Kräften entsprechend zwischen 9 und 16 mm stark und durch Winkeleisen versteift. Der oberste und der unterste Riegel sind zweimal, die übrigen viermal gestofsen. Die Stöfse des obersten und untersten Riegels und die mittleren Stöfse der Zwischenriegel liegen an derselben Stelle und zwar in der Nähe der Enden des dem Drempel parallel laufenden Theiles der äufseren Gurtung, der Stofs ist genau in der Mitte zwischen zwei Versteifungen des Riegelstehbleches angeordnet. Der mittlere Theil des Stehbleches hat infolge dessen eine Länge von 6,72 m erhalten, sodafs dieses Blech bei 16 mm Stärke ein Gewicht von 1070 kg besitzt. Die Anordnung von Endstöfsen wurde nur bei den mittleren Riegeln nothwendig; mafsgebend hierfür war der Vorgang bei der Aufstellung der Thore. Der oberste und unterste Riegel sind nämlich im Werk vollständig fertig hergestellt worden, sodafs auf der Schleusenbaustelle kein einziger Niet in ihnen zu schlagen war. Mit dem unteren Riegel war zugleich je ein kurzes Stück der Wendesäule und der Schlagsäule, mit dem obersten Riegel ein kurzes Stück der Wendesäule angefertigt und im Werk fertig vernietet worden. Die Wendesäule zwischen dem Stofs oberhalb des unteren Riegels und dem Stofs unterhalb des oberen Riegels, die Schlagsäule von dem Stofs oberhalb des unteren Riegels bis zu ihrem oberen Ende, das etwa 2 m über dem obersten Riegel liegt, kamen in je zwei Theilen auf die Baustelle. Mit den Säulen waren die in ihnen liegenden Theile sämtlicher mittleren Riegel angefertigt und mit ihnen vernietet, sodafs auch in den Säulen nur die Niete auf dem Bauplatz zu schlagen waren, durch welche die beiden Theile zu einem Ganzen verbunden wurden. Diese Riegel-Enden bildeten aufserdem im Verein mit den in jedem Riegelfeld angeordneten zwei weiteren Versteifungen aus Kümpelblech eine vorzügliche Aussteifung der Säulen, sodafs an ihnen während des Versandes keine Formänderung eintreten konnte. Die mittleren Riegel wurden in ihrer vollen Länge von Endstofs zu Endstofs ebenfalls im Werk vollständig fertig gestellt und zwar mit sämtlichen Aussteifungen der Stehbleche, sodafs sich die gesamte während der Auf-

stellung der Thore zu leistende Nietarbeit auf das Vernieten der Stöfse, das Befestigen der Aufsenhaut mit ihren Aussteifungen und das Vernieten der Querwände beschränkte. Die Endstöfse der mittleren Riegel sind folgendermafsen angeordnet: Die Stofsfuge des Stehbleches und der Gurtwinkel ist so gelegt, dafs sie mit den beiden Enden des inneren Bleches der Schlag- und Strebesäulen abschneidet. Die oberen Gurtwinkel sind — wie die Text-Abb. 141 zeigt — durch Stefswinkel gedeckt, die unteren Gurtwinkel hören jedoch am Stofs auf. Die obere Stofslasche des Stehbleches deckt nur die Fläche zwischen den Gurtwinkeln und ist in ihrer Breite so bemessen, dafs sie beiderseitig vom Stofs für zwei Nietreihen Platz bietet. Die untere Stofslasche hat auf der von den Säulen abgekehrten Seite des Stofses genau die Abmessungen der oberen Lasche, am Stofs verbreitert sie sich jedoch und deckt nunmehr die ganze Fläche des in den Säulen liegenden Stehblechtheiles. Als Ersatz für den unteren Riegel-Gurtwinkel ist ein Deckwinkel angeordnet. Dieser beginnt an der einen Riegelgurtung in solcher Entfernung vor dem Stofs, dafs die erforderliche Anzahl von Anschlufsnieten untergebracht werden kann, läuft dann an der Innenwand der Säulen entlang und soweit über das Winkel-Ende an der zweiten Riegelgurtung hinaus, dafs wiederum der Querschnitt des Gurtwinkels durch den Querschnitt der Anschlufsniete gedeckt wird. Die Stärke der unteren Stofslasche ist genau gleich der Schenkelstärke der Gurtwinkel, der wagerechte Schenkel des Stofswinkels findet also auf ihr sein Auflager, für den lothrechten Schenkel mufste aber ein Futterstück angeordnet werden, da sonst zwischen ihm und dem inneren Blech der Säule ein Spielraum von der Breite der Schenkelstärke der Gurtwinkel entstanden wäre. Die untere Stofslasche und der untere Deckwinkel wurden, soweit angängig, im Werk mit dem Riegel-Ende und den Säulen vernietet; sämtliche Niete, die durch die obere Stofslasche und die Deckwinkel der oberen Gurtwinkel hindurchgehen, mufsten indessen auf der Baustelle geschlagen werden. Diese Niete sind in die Text-Abb. 141 eingetragen, die in der Werkstatt geschlagenen Niete sind dagegen nicht gezeichnet. Die Stöfse der Gurtwinkel des obersten und untersten Riegels liegen von den Säulen etwas weiter entfernt als bei den Zwischenriegeln (Abb. 8 auf Bl. 27 u. 28), sie sind durch Stofswinkel gedeckt und gegen einander versetzt.


Abb. 141. Verbindung der mittleren Riegel mit der Wendesäule. 1:25.

An dem untersten Riegel ist die Spurpfanne mittels eines Lagers angebracht; um die erheblichen Druck- und Schubkräfte, die hier von der Wendesäule und dem Riegel aufgenommen werden müssen, besser übertragen zu können, ist das Stehblech durch je ein unten und oben aufgenietetes Blech verstärkt worden. Am oberen Riegel ist der Halszapfen befestigt, der einer gleichen Schubkraft wie der Spurzapfen zu widerstehen hat. Da der Angriffspunkt dieser Schubkraft etwa 40 cm über der Mitte des obersten Riegels liegt, so entsteht ein unter Umständen recht erhebliches Moment, das durch den Halszapfen auf die Wendesäule und den obersten Riegel übertragen wird. Damit das Stehblech seinen Antheil an diesem Moment mit Sicherheit übernehmen kann, ist es durch zwei obere und zwei untere Laschen von etwa 1 m Länge versteift. Die inneren Laschen füllen den Raum zwischen den Gurtwinkeln aus, die äufseren Laschen reichen über die wagerechten Schenkel dieser Winkel hinweg. Aufserdem ist unter die unterste Lasche an der Stelle, wo durch die Befestigungsschrauben des Halszapfenkörpers Zugkräfte auf das Stehblech übertragen werden, noch ein U-Eisen (N.-Profil Nr. 22) gelegt und zwar derartig, dafs es mit seinem Steg an dieser Platte anliegt und mit ihr vernietet ist. Die Enden des obersten und untersten Riegels an der Schlagsäule sind gleichartig ausgebildet; zwischen den Gurtwinkeln ist oben und unten je ein Verstärkungsblech von etwa 70 cm Länge angeordnet und aufserdem wird der gröfsere Theil dieses oberen Bleches und die anschliefsenden Theile der wagerechten Schenkel des oberen Gurtwinkels durch ein drittes Versteifungsblech überdeckt.

Die Stöfse der beiden Bleche, aus denen die Schlagsäule sowohl wie die Wendesäule gebildet ist, befinden sich mit Ausnahme des obersten und untersten Stofses in Höhe der Riegelmitten und zwar sind die Stöfse der beiden Bleche um eine Riegelentfernung gegen einander versetzt. Da das Gewicht und die Länge der Säulen für den Versand und die Aufstellung der Thortheile zu grofs geworden wären, so wurde jede Säule in zwei Theilen zur Baustelle geliefert. Der Stofs des inneren Bleches befindet sich bei dem sechsten, der Stofs des äufseren Bleches bei dem fünften Riegel von unten, und hier liegt auch der Stofs des U-Eisens, welches die Stemmleiste in sich aufnimmt, sowie bei der Wendesäule der Stofs des Winkeleisens, an dem die Dichtungsleiste befestigt ist. Aufser der wagerechten Versteifung, die durch die Riegel und durch die beiden zwischen je zwei Riegeln angeordneten Kümpelblech-Aussteifungen hervorgerufen wird, ist eine lothrechte Versteifung durch die eben erwähnten U-Eisen und durch zwei im Inneren der Säulen nahe den Enden des äufseren Bleches angeordnete, lothrecht gestellte Winkeleisen herbeigeführt, die von Gurtwinkel zu Gurtwinkel zweier benachbarter Riegel reichen, und mit den Kümpelblechen vernietet sind. Die Schlagsäule reicht um etwa 2 m über den obersten Riegel hinaus, ist aber in diesem Theil ihrer Länge genau so gebildet wie zwischen den Riegeln.

Die Thorhaut und ihre Aussteifung. Die Bleche der Thorhaut sind an die breiten Gurtplatten der Riegel mittels einer Nietreihe, an die inneren Bleche der Schlag- und Wendesäule jedoch mittels doppelreihiger Vernietung angeschlossen. In jedem Riegelfelde hat die Blechhaut auf jeder Thorseite drei Stöfse erhalten, und zwar liegen die Stöfse in beiden Thorseiten einander gegenüber und überdies in allen Riegelfeldern an derselben Stelle. Bei der verhältnifsmäfsig grofsen Entfernung der Riegel mufsten die Bleche versteift werden, wenn sie nicht ganz übermäfsig stark werden sollten. Gewählt sind lothrechte Versteifungsträger aus ⅂-Eisen, die einen Abstand von 560 mm von einander haben und an die Riegelstehbleche bezw. deren Aussteifungen angeschlossen sind. Die Anschlufsbleche für die oberen Enden der Aussteifungsträger sind an die Versteifungs-Winkeleisen der Riegelstehbleche angenietet, für den Anschlufs der unteren

Träger-Enden sind besondere kurze Winkelstücke auf den Riegeln angebracht. Die gewählte Anordnung ist aus Abb. 1 u. 2 auf Bl. 27 u. 28 zu ersehen. Oberhalb des obersten Riegels ist nur eine Blechwand vorhanden, und zwar auf der dem Aufsenwasser zugekehrten Thorseite. Sie ist an die breite Gurtplatte des obersten Riegels und an das innere Blech der Schlagsäule genau in der gleichen Weise angeschlossen wie die übrigen Bleche der Thorhaut. An der Wendesäule war ein solcher Anschlufs nicht möglich, weil sie dicht über dem obersten Riegel des Halslagers wegen aufhört. Hier mufste eine andere Anordnung gewählt werden. Die Blechhaut ist auf die Innenseite der Thore verlegt und schliefst an die Verlängerung des Winkels an, der die Dichtungsleiste der Wendesäule stützt. Sie bleibt, wie Abb. 7 auf Bl. 27 u. 28 zeigt, auf der Innenseite bis zu dem Punkt, wo in den übrigen Riegelfeldern die der Wendesäule nächsten Versteifungsträger der Thorhaut liegen und springt dort nach der Aufsenseite der Thore über. Unterstützt wird diese Blechwand durch lothrechte Kragträger aus Gitterwerk, die auf dem obersten Riegel aufgebaut sind. (Vgl. dazu Abb. 1 u. 2 auf Bl. 27 u. 28.) In der halben Höhe ist die Blechwand gestofsen und beiderseitig verlascht; dicht unterhalb der Laschen sind wagerechte Winkel angeordnet, die die Blechwand versteifen und gleiche Winkel befinden sich an ihrer Oberkante.

Die Laufstege. Die Anordnung der Laufstege und ihrer Geländer geht aus den Abb. 1 bis 3 auf Bl. 27 u. 28 hervor. Die Oberkante des Geländers liegt genau auf der Höhe des Aufsen- und Binnenhauptes der Schleusen; da infolge dessen durch stark angespannte Trossen ziemlich erhebliche Kräfte auf das an der Rückseite des geöffneten Thores liegende Geländer ausgeübt werden können, so ist hier das Handläufer-Winkeleisen kräftiger gewählt als auf der Aufsenseite und aufserdem durch ein Flacheisen verstärkt, dessen Kanten gut abgerundet sind, um darüber hingleitende Trossen möglichst wenig abzunutzen. Die Oberkante des Fufssteges liegt auf der Höhe + 25,55, das Mauer-Ende der Schleusenhäupter auf + 26,50; zur Ueberwindung dieses Höhenunterschiedes wurde in der Nähe der Wendesäule eine Treppe mit fünf Steigungen und hölzernen Trittstufen angeordnet. Die Austrittstufe dieser Treppe besteht aus Eisenblech, sie ist so geformt, dafs sie sich bei geschlossenem Thor der Wendenische genau anschliefst.

Die Dichtungs- und Stemmleisten. Die Dichtung des Thores am Drempel und an der Wendesäule erfolgt mittels eichener Leisten, ebenso die Uebertragung der Druckkräfte von den Thoren auf das Mauerwerk der Wendenische und die Uebertragung der Kräfte zwischen den beiden Flügeln eines Thores. Die letzteren Leisten, die Stemmleisten, haben 27 cm Breite und 15 cm Stärke erhalten. Die Stemmleiste an der Wendesäule ist nach dem Halbmesser der Nische abgerundet und so angebracht, dafs bei geschlossenem Thor der Mittelpunkt ihrer Cylinderfläche mit dem Mittelpunkt der Wendenische zusammenfällt. Hierdurch wird erreicht, dafs die Mittelkraft der auf die Wendenische zu übertragenden Kräfte durch die Mitte der Stemmleiste und den Wendenischen-Mittelpunkt geht, sodafs die an der Wendesäule noch weiterhin angeordnete Dichtungsleiste rechnerisch keinen Druck erhält. Die Aufsenfläche der Stemmleiste an der Schlagsäule mufs in der Schlufsstellung der Thore mit der durch die Schleusenlängsachse gehenden senkrechten Ebene zusammenfallen, sie steht damit senkrecht zu der Mittelkraft der von Thorflügel zu Thorflügel zu übertragenden Kräfte. Die Lage der Stemmleisten und damit zusammenhängend die Form der Schlag- und Wendesäule sind so gewählt, dafs die Mittelkraft der auf die Säulen wirkenden äufseren Kräfte bei der Wendesäule und der Schlagsäule die äufsere Begrenzung der eisernen Riegel in Punkten trifft, die genau den gleichen Abstand von der durch die Mitte der Wendenische gehenden Thorflügelachse haben, nämlich 9,5 cm (Text-Abb. 142). Die Mittelkraft R der äufseren Kräfte entsteht — wie bekannt — durch das Zusammenwirken zweier Kräfte, nämlich einer Kraft V senkrecht zur Thorachse und gleich der halben Gröfse des auf einen Thorflügel zur Wirkung gelangenden Wasserdrucks und einer Kraft S, die parallel zur Thorachse wirkt und im folgenden stets als Stemmkraft bezeichnet werden wird. Die Stemmkraft geht bei der hier gewählten Lage der Stemmleisten nicht durch den Schwerpunkt des Riegelquerschnittes hindurch; deshalb ruft sie in Bezug auf diesen Punkt ein Biegungsmoment hervor, und zwar ist dieses Moment dem durch den Wasserdruck hervorgerufenen Moment entgegengesetzt, sodafs es die durch dieses hervorgerufenen Spannungen theilweise wieder aufhebt. Infolge dessen trat eine nicht unbeträchtliche Ersparnifs an den Riegelquerschnitten ein.

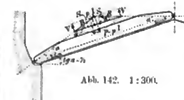


Abb. 142. 1 : 300.

Die Dichtungsleisten an der Wendesäule und an dem untersten Riegel sollen einen wasserdichten Schlufs zwischen dem Schleusenmauerwerk und den Thoren herstellen, dagegen ist die Uebertragung von Kräften zwischen Thor und Mauerwerk nicht ihre Aufgabe. Bei der Entwurfbearbeitung wurde versucht, die Dichtungsleisten derartig beweglich mit dem Thor zu verbinden, dafs sie Kraftübertragungen nicht bewirken konnten, durch den Wasserüberdruck auf der einen Thorseite aber so fest gegen das Thor einerseits und das Mauerwerk der Drempel bezw. der Wendenische anderseits geprefst wurden, dafs eine ausreichende Dichtung eintreten mufste. Eine Lösung dieser Aufgabe, von der erwartet werden konnte, dafs sie sich unter allen Umständen als wirksam und dauerhaft erweisen werde, gelang jedoch nicht, und deshalb wurden die Leisten, wie aus Blatt 27 und 28, sowie aus der Text-Abb. 141 zu ersehen ist, mit den Thoren fest verbunden. Hierdurch wird allerdings bewirkt, dafs die Kraftübertragungen in einzelnen Thortheilen und zwischen den Thoren und dem Schleusenmauerwerk nicht überall mit voller Sicherheit festgestellt werden können; da jedoch irgend welche Nachtheile für die Haltbarkeit oder Betriebsicherheit der Thore bei den zahlreichen, in gleicher Weise mit festen Dichtungsleisten versehenen und seit langen Jahren in Benutzung befindlichen Schleusenthoren nicht bekannt geworden sind, so konnte es auch hier keinem Bedenken unterliegen, die altbewährte Anordnung beizubehalten.

Die Befestigungsart der Dichtungsleiste am untersten Riegel, wie sie aus der Abb. 1 u. 2 auf Bl. 27 u. 28 zu ersehen ist, ist aus den Bemühungen, die Leiste beweglich zu machen, hervorgegangen. Trotzdem davon später Abstand

genommen wurde, ist doch die Lage der Leiste beibehalten worden; sie ist, wie sich in Brunsbüttel gezeigt hat, derart, dafs unter Umständen Beschädigungen eintreten können, die recht schwierig auszubessern sind. Besonders in der ersten Zeit nach der Inbetriebnahme der Schleusen, als die Bauarbeiten im Canal noch in vollem Gange waren, aber auch später legten sich mehrfach treibende Hölzer und andere Gegenstände vor die Drempel. Beim Schliefsen der Thore wurden dann die Dichtungsleisten abgerissen und die sie mit dem Thor verbindenden Schraubenbolzen verbogen. Da die Wiederherstellungsarbeiten zum grofsen Theil durch Taucher bewirkt werden mufsten, so waren sie nicht nur zeitraubend und schwierig, sondern auch recht kostspielig. Deshalb kann die Befestigungsart der Dichtungsleisten am unteren Riegel nicht zur Nachahmung empfohlen werden. Besonders in solchen Schleusen, in denen zeitweilig starke Strömungen auftreten, die das Eintreiben fester Gegenstände in die Thorkammern begünstigen, wird immer mit aller Sorgfalt Bedacht darauf zu nehmen sein, dafs die Dichtungsleisten am unteren Riegel so befestigt werden, dafs sie gegen Beschädigungen möglichst gesichert und in einzelnen, nicht zu grofsen Längen bequem auszuwechseln sind.

Die Schutzhölzer. Um die in den Nischen liegenden Thore beim Gegenfahren von Schiffen vor dem Verbiegen zu schützen, sind an den sechs oberen Riegeln Hölzer von 0,22 m Breite und solcher Stärke angebracht (Text-Abb. 143), dafs ihre Aufsenkanten bei vorschriftsmäfsiger Lage die Nischenwand berühren. Diese Schutzhölzer erstrecken sich jedoch nur über den mittleren geradlinigen Theil der Thore und haben deshalb gegen 7,30 m Länge. Eine gleiche Leiste ist am untersten Riegel angebracht, sie begrenzt die Bewegung dieses Riegels beim Aufdrehen der Thore. Die Stärke der Schutzhölzer schwankt zwischen 12 und 14 cm.



Abb. 143. Schutzholz an den Rückseiten der Riegel. 1 : 25.

Der Spurzapfen und das Spurlager. Der Spurzapfen hat das Gewicht des Thorflügels auf das Schleusenmauerwerk zu übertragen und überdies der Schubkraft Widerstand zu leisten, die dadurch entsteht, dafs die Mittelkraft des Thorgewichtes einen Abstand von 6,6 m von der Achse des Spur- und Halszapfens hat. Seine Beanspruchung wird am gröfsten, wenn die Schleuse aus irgend einem Grunde von Wasser entleert worden ist und das Thor frei in ihr hängt. Dann wirkt das Gesamtgewicht des Thores, das sind 130 t, als Druck auf den Zapfen, und die Schubkraft beträgt, da Spurzapfen und Halslager eine Entfernung von 14,2 haben,

$$\frac{130 \cdot 6,6}{14,2} = 60,4 \text{ oder rund } 60 \text{ t.}$$

Für diese Kräfte ist das in den Text-Abb. 144 und 145 in einem Schnitt und in einem Grundrifs des Spurzapfen-Lagerbocks dargestellte Spurlager entworfen. Die Druckvertheilung über die Grundfläche des Lagerbocks ist zeichnerisch nach dem von Mohr im Jahrgang 1883, Seite 161, der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins angegebenen Verfahren ermittelt worden; dabei wurde eine Druckbeanspruchung des Granits unter dem Lagerbock bis zu 50 kg für 1 qcm zugelassen. Das Gufseisen erfährt auf der Zugseite Biegungsspannungen bis zu 580 kg für 1 qcm. Aufser dem Lagerbock des Spurzapfens, der aus Gufseisen besteht, sind alle Theile aus Flufsstahl von 50 bis 55 kg Festigkeit für 1 qmm und etwa 20 v. H. Dehnung hergestellt worden. Die Grundplatte der Lagerpfanne ist mit dem verstärkten Stehblech des untersten Riegels vernietet, der Lagerbock des Spurzapfens ist so gestellt, dafs die abgerundete Seite in der Wendenische liegt und die Symmetrieachse mit der Achse des halb geöffneten Thores zusammenfällt. Die Grundplatte des Lagerbocks ist vollständig in den aus Granit bestehenden Spurlagerstein eingelassen, sodafs ihre Oberfläche mit derjenigen des Steins bündig liegt. Sie hat eine Reihe von Löchern erhalten, die das Vergiefsen erleichtern und eine vollständige Anfüllung des Raumes zwischen Eisen und Granit mit dem zum Vergiefsen verwandten Cement gewährleisten sollen. An der der Wendenische entgegengesetzten

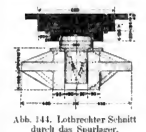
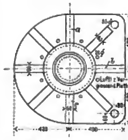


Abb. 144. Lothrechter Schnitt durch das Spurlager.

Abb. 146. Lothrechter Schnitt durch den Halszapfen.



Die Rippen a, b und c fallen auf der unteren Seite fort.

Abb. 145. Oberansicht des Lagerstuhls. 1 : 25.

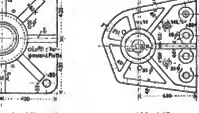


Abb. 147. Grundrifs des Halszapfens. 1 : 25.

Seite ist die Grundplatte durch zwei Steinschrauben mit dem Schleusenmauerwerk verbunden. Diese Steinschrauben sollen die Zugkräfte aufnehmen, die dadurch entstehen, dafs das Moment der Schubkraft gröfser ist als das Moment der lothrechten Belastung des Zapfens. Da der Unterschied beider Momente nur klein ist, so ist diese Zugkraft so gering, dafs sie durch die beiden Steinschrauben mit Sicherheit übertragen werden kann. Der Spurzapfen ist um 2 cm aus der Mitte der Wendenische heraus verlegt, um ein leichteres Oeffnen des Thores zu erreichen und die Stemmleiste an der Wendesäule vor Abnutzung zu bewahren.

Der Halszapfen, das Halslager und seine Verankerung. Das Halslager besteht aus dem Halszapfen, der auf dem obersten Riegel angeordnet und mit diesem und der Wendesäule durch Schraubenbolzen verbunden ist, dem Halsband, dem Stützkörper für dieses und der Verankerung. Der in den Text-Abb. 146 und 147 dargestellte Halszapfen besteht aus einem flufsstählernen Hohlcylinder von 200 mm äufserem und 100 mm innerem Durchmesser, der mit einem Bund versehen und gegen seine Grundplatte durch sechs

kräftige Rippen abgesteift ist. Die Grundplatte liegt auf dem Verstärkungsblech des Riegel-Stehbleches auf, an ihrem Umfange ist sie mit einer lothrechten Rippe versehen, die durch eine Reihe von Schraubenbolzen mit den Gurtwinkeln des obersten Riegels und der Wendesäule verbunden ist. Der Widerstand des Halslagers wirkt in der Mitte des Halsbandes, während der Zug des Thores durch die Grundplatte des Halszapfens übertragen wird. Es entsteht infolge dessen ein Moment, das den Halszapfen um die hintere Kante seiner Grundplatte kippen will. Diesem Moment haben die vier, nahe der vorderen Kante der Grundplatte angeordneten und diese mit dem verstärkten und versteiften Riegelstehblech (vergl. S. 215) verbindenden Schraubenbolzen zu widerstehen. Sie soweit die Hohlräume nicht von den beweglichen Theilen der Zuganker in Anspruch genommen werden, mit Cement ausgegossen. Das Halsband ist aus Flufsstahl hergestellt. Es besteht aus dem 200 mm hohen, ringartigen eigentlichen Halsband, dem Körper, mit dem sich das Halsband gegen den gufseisernen Stützkörper legt, und den beide Theile verbindenden wagerechten Stegen. Diese Stege sind durch Wulste verstärkt und über den Halsbandring verbreitert; zwischen ihnen finden die beiden Anker Platz, die durch je einen Keil mit dem Halsband verbunden sind. Jeder der beiden wagerechten Stege ist durch zwei Rippen gegen den Anlegekörper versteift. Die Flächen, in denen eine Berührung zwischen dem Halsband und dem gufseisernen Stütz-

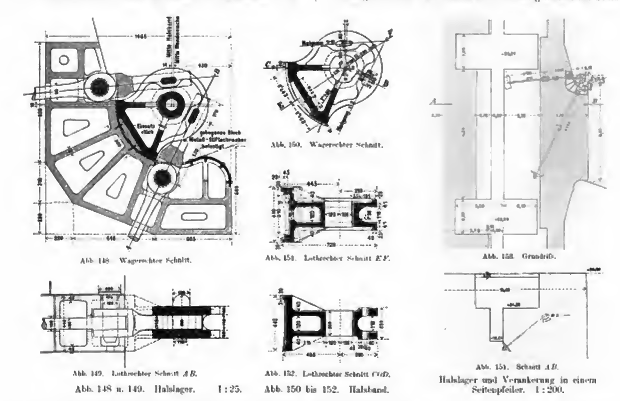


Abb. 148. Wagerechter Schnitt.

Abb. 149. Lothrechter Schnitt *A B*.

Abb. 148 u. 149. Halslager. 1 : 25.

Abb. 150. Wagerechter Schnitt.

Abb. 151. Lothrechter Schnitt *E F*.

Abb. 152. Lothrechter Schnitt *C D*.

Abb. 150 bis 152. Halsband.

Abb. 153. Grundrifs.

Abb. 154. Schnitt *A B*.

Halslager und Verankerung in einem Seitenpfeiler. 1 : 200.

erhalten hierbei recht erhebliche Zugkräfte und sind deshalb 50 mm stark gemacht; aufser ihnen sind noch vier Schraubenbolzen von 30 mm Durchmesser über die Grundplatte vertheilt angeordnet worden.

Die Anordnung des Halsbandes, seines Lagerkörpers und der Verankerung ist so erfolgt, dafs im Bedürfnifsfalle ein leichtes Abnehmen und Wiederanbringen des Halsbandes gesichert ist, sodafs das Auswechseln eines Thorflügels gegen einen Ersatz-Flügel möglichst schnell bewirkt werden kann. Jede Verbindung des Halsbandes und des Stützkörpers durch Schraubenbolzen ist deshalb vermieden worden, da sich diese Bolzen erfahrungsmäfsig schwer entfernen lassen. Die Anordnung des Halsbandes und des Stützkörpers, sowie die Verbindung des Halsbandes mit den beiden Zugankern ist in den Text-Abb. 148 bis 152 dargestellt. Der Stützkörper besteht aus Gufseisen und hat dieselbe Höhe erhalten, wie die Quadern, mit denen die Wendenische verblendet ist, nämlich 44 cm; er ist fest eingemauert und auch im Inneren, körper stattfindet, sind sämtlich auf das sorgfältigste abgedreht und behobelt. Es sind drei Paar solcher Berührungsflächen vorhanden. Das Halsband greift oben und unten mit 2 cm breiten und unter 1 : 5 geneigten Flächen über den Lagerkörper über, und hierdurch wird jede Hebung oder Senkung des Halsbandes verhindert. Es legt sich mit zwei senkrecht stehenden Cylinderflächen, deren Halbmesser gleich dem Halbmesser der Wendenische ist, gegen die gleich bearbeiteten entsprechenden Flächen des Lagerkörpers, und hierdurch wird eine genaue senkrechte Stellung der Halsbandachse gewährleistet. An einer Drehung um die Halsbandachse wird der Halsbandkörper dadurch verhindert, dafs sich zwei senkrechte Flächen eines in den Stützkörper eingelassenen und mit ihm durch Stiftschrauben verbundenen Einsatzstückes mit entsprechenden Flächen des Halsbandkörpers berühren. Ueberall, wo keine Berührung zwischen Halsband und Lagerkörper stattfinden soll, ist ein genügender Spielraum zwischen den Flächen gelassen, sodafs Kraft-

übertragungen nur an den bearbeiteten Flächen vorkommen können.

Wenn die Stemmleiste an der Wendenische abgenutzt ist, dann wird der geschlossene Thorflügel durch den Stemmdruck soweit in die Wendenische hineingeschoben, dafs die Stemmleiste wieder zum Anliegen kommt. Damit nun in solchem Falle die Möglichkeit ausgeschlossen ist, dafs auf das Halsband Stemmdruck wirkt, ist die für den Durchgang des Halszapfens vorhandene Bohrung aus zwei Halbcylindern zusammengesetzt. Die vordere Hälfte dieser Bohrung, die während der Bewegung der Thore die Zugkraft aufzunehmen hat, ist nach dem Halbmesser des Halszapfens hergestellt, die hintere Hälfte hat einen 15 mm gröfseren Halbmesser erhalten. Zur Befestigung des Halsbandes an dem Schleusenmauerwerk sind aufser dem gufseisernen Stützkörper zwei Anker angeordnet, deren Lage aus den Text-Abb. 153 und 154 ersichtlich ist. Diese Anker bestehen je aus mehreren Theilen. Die kurzen Stücke, die an das Halsband anschliefsen, sind durch ein Gelenk mit lothrechter Drehachse mit dem übrigen Ankertheil verbunden. Das Gelenk ist innerhalb des Gufskörpers angeordnet und ermöglicht es, dafs diese Ankerstücke soweit bei Seite gedreht werden können, dafs sie dem Anbringen und Abnehmen des Halsbandes keinerlei Hindernifs bereiten. Die Anker gehen durch den gufseisernen Stützkörper hindurch, stehen aber mit ihm in keinerlei Verbindung, sodafs die Uebertragung von Kräften aus den Ankern auf diesen Körper ausgeschlossen ist. Die gesamten Spannungen der Anker werden vielmehr durch die an ihrem Ende angeordneten Ankerplatten von 80 × 80 cm Anlagefläche — siehe Text-Abb. 155 und 156 — auf das Schleusenmauerwerk übertragen.

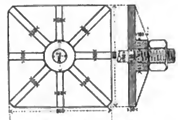


Abb. 155. Ansicht. Abb. 156. Schnitt.
Lagerplatte der Anker des Halslagers. 1 : 25.

Der längere Anker liegt wagerecht, der kürzere hat in 2,2 m Entfernung vom Halsband einen Knick, von dem an er mit der Neigung von etwa 1 : 1 nach unten geführt ist. Der Knickpunkt hat die in den Text-Abb. 157 u. 158 dargestellte Ausbildung erhalten; er ist angeordnet worden, damit die Lagerplatte des Ankers soviel Mauerwerk fafst, dafs das Gewicht desselben hinreicht, um in einer etwaigen Bewegungsfläche soviel Reibung zu erzeugen, dafs diese mit Sicherheit gröfser als die höchste Ankerspannung ist. Die Scherfestigkeit des Mauerwerks ist ganz unberücksichtigt geblieben, sodafs die Verankerung einen hohen Sicherheitsgrad besitzt. In den Ankern sind Spannmuttern mit Rechts- und Links-Gewinde — Text-Abb. 159 — angeordnet, die nach dem Vermauern der Lagerplatten und dem Untermauern der Stützkörper an den Knickpunkten Verlängerungen und Verkürzungen der Anker gestatteten.

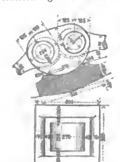


Abb. 157 u. 158. Knie in den Ankern. 1 : 25.

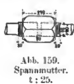


Abb. 159. Spannmutter. 1 : 25.

Die Berechnung der Spannungen in den einzelnen Theilen des Halslagers läfst sich nur für den einen Belastungsfall, wenn die Thorachse durch den Schnittpunkt der Ankermittellinien geht, rechnerisch genau durchführen. Dann entstehen in beiden Ankern Zugspannungen, und zwar betragen diese 34 t, während am Stützkörper keinerlei Kräfte auftreten. In allen übrigen Belastungsfällen hat jedoch auch der Stützkörper Widerstand zu leisten. Da dieser Widerstand sowohl nach Gröfse wie nach Lage und Richtung unbekannt ist und dazu noch die beiden zu ermittelnden Ankerspannungen kommen, so sind fünf Unbekannte vorhanden, die sich aus den zur Verfügung stehenden drei Gleichgewichtsbedingungen nicht ermitteln lassen. Infolge dessen ist die nachstehend erläuterte Annäherungsberechnung für die Abmessungen der Ankerquerschnitte mafsgebend gewesen. Wenn der Thorflügel in seiner Nische liegt, so schneidet die Thorachse die Richtungslinie des kürzeren Ankers nahezu senkrecht, und das Thorgewicht kann in diesem Anker nur geringe Spannung hervorrufen. Wird diese Spannung zu Null angenommen, also der Anker als entfernt gedacht, dann sucht das Thorgewicht das Halsband um den Anschlufskeil des längeren Ankers zu drehen (Text-Abb. 160). Dieser Drehung leistet allein das oben erwähnte Einsatzstück Widerstand und zwar mit der bearbeiteten Fläche, die dem längeren Anker zugekehrt ist. Diese Fläche ist nur schmal, und deshalb ist es für die vorliegende Rechnung ausreichend genau, wenn angenommen wird, dafs die Mittelkraft des Widerstandes durch die Mitte der Fläche geht. Nunmehr sind nur noch drei Unbekannte vorhanden, nämlich die Spannung in dem längeren Anker nach ihrer Gröfse und der Widerstand des Einsatzstückes gegen eine Drehung des Halsbandes nach Gröfse und nach Richtung. Die Ermittlung der Spannungen ist zeichnerisch erfolgt und hat bei 60 t Thorzug in dem längeren Anker eine Zugspannung von rund 58 t ergeben, während der Widerstand des Einsatzstückes etwa 27 t betragen mufs. Wenn das Thor aus seiner Nische herausbewegt wird, dann werden die Spannungen in dem längeren Anker kleiner, während sie in dem kürzeren zunehmen. Ebenso nimmt der Druck auf das Einsatzstück ab. Befindet sich die Thorachse in der Halbirungslinie des Winkels, den die Ankermittellinien bilden, dann geht sie zugleich durch den Schnittpunkt dieser Linien, in beiden Ankern ist die Zugkraft gleich und auf das Einsatzstück wirkt keine Kraft. Wird das Thor weiter nach dem Drempel bewegt, so nimmt die Spannung des kürzeren Ankers zu, die des längeren Ankers ab, und der von dem Einsatzstück zu leistende Widerstand wächst wieder, wird aber jetzt von der dem kürzeren Anker zugewandten Druckfläche geleistet. Liegt der Thorflügel am

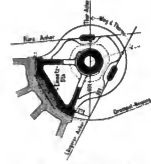


Abb. 160. Ermittlung der Spannungen in der Verankerung des Halslagers. 1 : 25.

Drempel, so erhält der kürzere Anker seine gröfste Spannung, die aber kleiner ist als die des längeren Ankers, wenn der Thorflügel in die Nische gedreht ist. Die Spannung ist annäherungsweise zu 46 t berechnet. Trotzdem haben beide Anker nebst allen ihren Einzeltheilen die gleichen Abmessungen erhalten und zwar beträgt der Durchmesser der runden Anker 9 cm, sodafs die höchste Beanspruchung in dem längeren Anker $\frac{58000}{9^2 \frac{\pi}{4}}$ = rund 910 kg für 1 qcm beträgt. Diese Beanspruchung kommt aber nur bei Instandsetzungen vor, wenn die Schleusen vollständig trocken gelegt sind; während des Schleusenbetriebes ist der Zug des Thores am Halsband, wie früher bereits besprochen, erheblich geringer als 60 t, und in gleichem Verhältnifs sinken die Beanspruchungen der Einzeltheile der Halslager.

Die Zahnstangen zur Bewegung der Thorflügel. Die Bewegung der Thorflügel geschieht mittels Zahnstangen. Bei drei Thorflügeln eines Hauptes der Doppelschleuse liegen die Zahnstangen in gleicher Höhe, die vierte Zahnstange liegt jedoch um 0,63 m tiefer. Diese Anordnung wurde nöthig, weil die Mittelmauer der Schleusen nicht so breit ist, dafs zwei hinter einander liegende Zahnstangen in ihr Platz finden, und weil in Rücksicht auf die Gleichartigkeit der Bewegungsvorrichtungen der Abstand des Angriffspunktes der Zahnstangen am Thor von der Mitte des Hals- und Spurzapfens bei allen Thorflügeln derselbe sein sollte. Es blieb dann nur übrig, die Zahnstangen der Thorflügel, die von der Mittelmauer aus bewegt werden, und dementsprechend die in der Mittelmauer ausgesparten Canäle, in denen sich die Zahnstangen bewegen, über einander anzuordnen. Um jedoch jeden Thorflügel sowohl an der Mittelmauer wie an einer Seitenmauer verwenden zu können, sind alle Thorflügel so eingerichtet, dafs sowohl eine hoch wie eine niedrig gelegene Zahnstange angeschlossen werden kann. Die Mitten der Zahnstangen liegen auf der Höhe + 19,97 und + 19,34, sodafs bei jeder gewöhnlichen Ebbe hinreichend Zeit vorhanden ist, um die Zahnstangen nebst ihrem Anschlufs an die Thorflügel, ihrem Antrieb und ihren Laufbahnen untersuchen und Instandsetzungsarbeiten an ihnen vornehmen zu können. Die Zahnstangen sind mit Hülfe eines Drehgelenks, dessen Mitte 7,1 m vom Mittelpunkt der Wendenische entfernt ist und 0,34 m hinter der Aufsenkante der die Riegelstehbleche säumenden Gurtwinkel liegt, an die Thore angeschlossen. Da bei der Bewegung der Thore der Winkel, den die Thorachse und die Zahnstangenachse mit einander bilden, einer steten Aenderung unterliegt, so mufste der Anschlufs so hergestellt werden, dafs die Zahnstange sich um eine lothrechte Achse drehen kann; er erhielt aufserdem eine wagerechte Drehachse, damit die kleinen Fehler in den Höhenlagen der Thore einerseits und den Zahnstangen anderseits, die sich bei den Arbeiten auf der Baustelle nicht vermeiden lassen, unschädlich gemacht wurden. Der Zahnstangen-Anschlufs ist in den Text-Abb. 161 und 162 dargestellt. Die Zahnstangen laufen in Gabeln aus, deren Arme eine Bohrung für die lothrechte Drehachse haben. Das Anschlufsstück hat dieselbe Bohrung, sodafs durch einen Bolzen die Verbindung zwischen der Zahnstange und dem Anschlufsstück hergestellt werden kann. Es hat überdies zwei wagerechte Zapfen, deren Lager am Thor befestigt sind; sie übertragen den Druck und den Zug der Zahnstange auf das Thor und zwar infolge der gewählten Anordnung auf die beiden Riegel, die oberhalb und unterhalb des Angriffspunktes der Zahnstangen liegen, das sind der 7. und 8. Riegel von unten. Zwischen diese beiden Riegel ist ein Kasten eingebaut, der 1,09 m Länge und 0,48 m lichte Tiefe, gemessen von der Aufsenkante der Gurtwinkel bis zur Vorderseite der hinteren Wand, erhalten hat und gegen das Thor-Innere wasserdicht abgeschlossen ist. Die Anordnung dieses Kastens ist aus den Abb. 3 bis 6 auf Bl. 27 u. 28 ersichtlich, wobei die Zahnstange nebst dem Anschlufsstück und dessen Lagern der Deutlichkeit halber fortgelassen ist. Die Seitenwände dieses Kastens bestehen aus gekümpelten Blechen von 20 mm Stärke, die Rückwand aus einem gleich starken ebenen Blech, das mittels Winkeleisen von 100 × 100 × 12 mm mit den beiden Riegelstehblechen, die durch 12 mm starke aufgenietete Bleche versteift sind, verbunden ist. Die Vorderwand dieses Kastens ist frei, die Hautbleche des Thores fehlen hier, und die lichte Höhe dieser Oeffnung ist noch dadurch vergröfsert worden, dafs von den breiten Gurtplatten der Riegel ein Streifen von je 20 mm Höhe abgearbeitet worden ist. Die Kümpelwände sind durch je zwei ⊔-Eisen (N.-Pr. Nr. 18) versteift, die in Höhe der Zahnstangen-Angriffspunkte angebracht und mit den Wänden vernietet sind. Hinter der hinteren Kastenwand befinden sich zwei lothrechte, flufsstählerne Träger, die sich mit ihrer Vorderfläche an diese Wand anlehnen und durch je zwei in der halben Höhe der Träger angeordnete Schraubenbolzen mit ihr verbunden sind. Die Lage dieser Träger zu den Riegeln ist auf ihrer Vorderseite durch die bereits erwähnten Anschlufswinkel der hinteren Kastenwand, auf der Hinterseite durch Pafsstücke, die zwischen die Träger und zwischen kleinere, auf die Riegelstehbleche genietete Haltebleche eingeschoben sind, festgelegt. Diese Pafsstücke sind mit den Riegeln ebenfalls vernietet. Beim Schliefsen der Thore drücken die Zahnstangen die Thorflügel nach dem Drempel zu, beim Oeffnen ziehen sie dieselben von dem Drempel nach der Wendenische zu. Die gröfste Kraft, die von den Zahnstangen auf die Thore ausgeübt werden kann, ist durch die Einschaltung einer Reibungskupplung in die Antriebe der Zahnstangen begrenzt, sie beträgt 20 t. Wenn

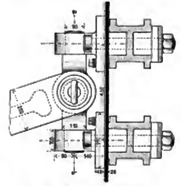


Abb. 161. Wagerechter Schnitt oberhalb der Zahnstange.

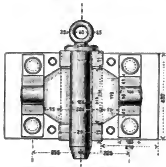


Abb. 162. Lothrechter Schnitt a b.

Anschlufs der Zahnstange. 1 : 15.

ein Thorflügel sich in seiner Nische befindet, dann bildet die Zahnstangenachse mit der Längsachse des Thorflügels einen rechten Winkel, je mehr sich der Thorflügel aber dem Drempel nähert, desto spitzer wird dieser Winkel, er ist am spitzesten, wenn der Thorflügel am Drempel liegt. In diesem Falle erreicht die Seitenkraft der Zahnstangenspannung, die mit der Thorachse gleichlaufend ist, ihren gröfsten Werth und zwar mit etwa zwei Drittel der Zahnstangenspannung, während zugleich die Seitenkraft senkrecht zur Thorachse ihren geringsten Werth und zwar mit etwa drei Viertel der Zahnstangenspannung erreicht. Die letztere Seitenkraft schwankt also in ihrer Höhe zwischen der vollen Zahnstangenspannung und drei Viertel derselben, während die gleichlaufend mit der Thorachse wirkende Seitenkraft zwischen Null und zwei Drittel der Zahnstangenspannung schwankt. Diese Kräfte werden durch die hintere Kastenwand aufgenommen und auf die Riegel übertragen, während die senkrecht zur Thorachse wirkenden Kräfte von den flufsstählernen Trägern übernommen und weiter gegeben werden. Die Anordnung dieser Träger geht aus den Abb. 3 bis 6 auf Bl. 27 u. 28 hervor, die sehr reichlich genommenen Einzelabmessungen des Querschnitts sind aus der Text-Abb. 163 zu ersehen. Wo die Lager des Zahnstangen-Anschlusses an den Trägern befestigt werden sollen, fehlt der die beiden Wangen desselben verbindende Steg und zwar in solcher Ausdehnung, dafs die Lager in jeder Richtung um 25 mm verschoben werden können. Da die hintere Kastenwand hier ebenfalls durchbrochen ist, so wäre dem Aufsenwasser ein Weg in die Kammer zwischen den beiden Riegeln, die oberhalb und unterhalb des Zahnstangen-Anschlusses liegen, geöffnet. Bei gewöhnlichem Thorbetriebe wäre hiergegen nichts einzuwenden; da diese Kammer aber ebenso wie alle übrigen zur Vornahme von Instandsetzungsarbeiten soll entleert und trocken gehalten werden können, so mufsten diese Oeffnungen verschlossen werden.

Abb. 163. Querschnitt der Träger für den Zahnstangen-Anschlufs. 1 : 15.

Dort, wo die Zahnstange angeschlossen ist, wird die Dichtung durch die Lager und die Unterlagsplatten der Befestigungsbolzen herbeigeführt, wie aus den Text-Abb. 161 und 162 ersichtlich ist, die den Anschlufs der Zahnstangen an die Thore darstellen. Die Lager sind durch je zwei Schraubenbolzen mit dem Thor verbunden, und die durch die Bolzenspannung erzeugte Reibung leistet der gleichlaufend mit der Thorachse wirkenden Seitenkraft der Zahnstangenspannung ausreichenden Widerstand, sodafs eine Bewegung der Lager in dieser Richtung nicht eintreten kann. Zur Sicherheit sind jedoch die Lager mit der hinteren Kastenwand noch durch sogenannte Prisonschrauben von 35 mm Durchmesser verbunden, die auch in die flufsstählernen Träger eingreifen und dadurch eine Sicherung der stets senkrechten Stellung dieser Träger bewirken. Wo Zahnstangen nicht angeschlossen sind, führen die in der Text-Abb. 164 im Querschnitt dargestellten Verschlufsdeckel die erforderliche Dichtung herbei.



Abb. 164. Verschlufsdeckel. 1 : 15.

Die Schutzketten. Um die Zahnstangen und die geschlossenen Thore vor dem Gegenfahren von Schiffen und den damit verbundenen Beschädigungen nach Möglichkeit zu schützen, sind Ketten von 25 mm Stärke angeordnet, die mit dem einen Ende in Höhe des zweiten Riegels von oben an der Schlagsäule der Thorflügel befestigt sind, während das andere Ende mit dem Schleusenmauerwerk verbunden ist. Allerdings können diese Ketten ihren Zweck nur erfüllen, wenn die auf sie wirkenden Kräfte nicht zu grofs werden. Ihre Bruchfestigkeit beträgt etwa 29500 kg, und damit sind sie in der Lage, kleinere Kräfte von dem Thor und, was besonders wichtig ist, von den gegen wagerecht wirkende Kräfte wenig wiederstandsfähigen Zahnstangen fernzuhalten. Die aus Gufsstahl angefertigten, in den Text-Abb. 165 und 166 dargestellten Anschlufsstücke sind mit dem Thor vernietet, die Kette ist mittels eines Schäckels angeschlossen. Mit dem Schleusenmauerwerk ist die Kette durch einen 2 m langen Maueranker verbunden, Text-Abb. 167, dessen Längsrichtung mit der Richtung des Kettenzuges zusammenfällt, sobald die Kette durch eine in

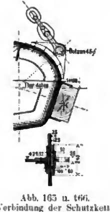


Abb. 165 u. 166. Verbindung der Schutzkette mit der Schlagsäule. 1 : 25.



Abb. 167. Verankerung der Schutzkette im Schleusenmauerwerk. 1 : 100.

Abb. 168. Anschlufs der Schutzkette an den Anker. 1 : 20.

ihrer Mitte wirkende Kraft gespannt wird. In allen übrigen Belastungsfällen werden Biegungsmomente an der Verbindungsstelle von Kette und Anker auftreten. Damit die aus diesen Momenten sich ergebenden, vom Mauerwerk aufzunehmenden Kräfte keine Beschädigungen desselben herbeiführen, ist am Anschlufs ein Gufskörper vorgesehen, dessen Gestalt aus der Text-Abb. 168 ersichtlich ist. Die gewählte Anordnung gestattet eine leichte Trennung von Anker und Kette, die überdies noch durch die Anordnung eines Schäckels dicht am Ketten-Ende weiterhin erleichtert wird. Die Länge der Anker ist wiederum so bemessen, dafs das Gewicht des zu bewegenden Mauerwerks in der Bewegungsfläche eine solche Reibung erzeugen würde, dafs diese allein imstande ist, jede Bewegung zu verhindern.

Der Einsteigeschacht und die Querversteifungen der Thore. Wie die Abb. 3 u. 8 auf Bl. 27 u. 28 zeigen, wird der Einsteigeschacht durch zwei Gruppen von lothrecht über einander angeordneten Blechwänden gebildet. Jede dieser Gruppen besteht der Anzahl der Riegelfelder entsprechend aus neun Wänden, von denen jede den Zwischenraum zwischen der vorderen und der hinteren Thorhant

einerseits und zwei benachbarten Riegeln anderseits verschliefst. Die Wände sind nicht, wie sonst üblich, aus ebenen Blechen gebildet und mit Winkeleisen an die Riegel und die Thorhaut angeschlossen, sondern die Bleche haben auf Vorschlag des ausführenden Eisenwerkes umgebörtelte Ränder erhalten, die an Stelle der Winkeleisen treten. Durch Versuche ist festgestellt worden, dafs diese gebörtelten Wände Wasserdruck gegenüber den gleichen Widerstand leisten wie die mit Anschlufs-Winkeleisen versehenen, dabei erfordern sie erheblich weniger Nietarbeit, haben weniger zu dichtende Nähte und sind überdies leichter. Der Einsteigeschacht ist, in der Längenrichtung der Thorflügel gemessen, 1,11 m im lichten weit, seine Lage im Thor ist so gewählt, dafs die bereits früher erwähnten, auf die Verminderung der Spur- und Halszapfenbelastungen hinwirkenden Luftkammern eine angemessene Gröfse erhalten haben. Der Schacht wird durch die Riegel in neun Abtheilungen zerlegt, die durch grofse, in den Riegelstehblechen angeordnete Mannlöcher mit einander in Verbindung gesetzt sind. Eine im Schacht angebrachte eiserne Leiter erleichtert das Besteigen desselben. Da die den Schacht bildenden Wände unter Umständen denselben Wasserdruck auszuhalten haben wie die in gleicher Höhenlage befindlichen Theile der Thorhaut, so mufsten sie wie diese ausgesteift werden. Der Einsteigeschacht dient dazu, die $2 \times 9 = 18$ Abtheilungen, in welche das Innere jedes Thorflügels durch den Schacht selbst und durch die zehn Riegel getheilt ist, auch während der Benutzung des Thores zugänglich zu machen, aufserdem aber führt er eine sehr kräftig wirkende Querversteifung der Thore herbei. Diesem Zweck dienen noch drei weitere Versteifungen, von denen je eine in der Nähe der Schlag- und Wendesäule und die dritte zwischen dem Einsteigeschacht und der Schlagsäule angeordnet ist. Dieselben sind im Anschlufs an die Aussteifungen der Thorhaut und der Riegelstehbleche durch Vergröfserung der Eckbleche derselben gebildet. Ihre Anordnung ist aus den Abb. 1 u. 8 auf Bl. 27 u. 28 zu ersehen.

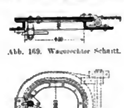


Abb. 169. Wagerechter Schnitt.

Abb. 170. Ansicht vom Einsteigeschacht aus.

Mannloch-Verschlufs. 1 : 25.

Leeren und Füllen der einzelnen Kammern des Thor-Inneren. Von dem Einsteigeschacht aus ist jede einzelne der 18 Kammern, in die das Innere der Thore getheilt ist, durch Mannlöcher zugänglich. Diese Mannlöcher sind aus den Blechen derart ausgeprefst, dafs die umgebörtelten Ränder zugleich für die nöthige Versteifung der Bleche sorgen. Die Deckel der Mannlöcher sind aus Schmiedeeisen hergestellt und zur Dichtung mit einem Gummiring versehen, sie lassen sich um Gelenke mit senkrechter Achse drehen und vermittelst eines einarmigen Vorreibers auf ihren Sitz pressen. (Text-Abb. 169 u. 170.) Sobald eine Kammer mit Wasser gefüllt ist, prefst der Wasserdruck den Deckel auf seinen Sitz und wirkt somit auf Abdichtung desselben. Bei gewöhnlichem Thorbetriebe sind sämtliche Mannlöcher geschlossen. Bei den Wasserkammern ist dies selbstverständlich, da sonst ja der Einsteigeschacht voll Wasser laufen würde; bei den Luftkammern ist es zweckmäfsig, weil sich dann bei einer Verletzung der Thorhaut nur die betreffende Kammer mit Wasser anfüllen wird, während dies bei allen vier Kammern geschehen würde, wenn die Mannlöcher offen sind. In den Wasserkammern soll — wie bereits früher erörtert — das Wasser mit dem Binnenwasserstande zugleich fallen und steigen, damit der Auftrieb des Thores und somit die auf den Spur- und Halszapfen wirkenden Kräfte möglichst beständig bleiben. Zu diesem Zweck mufs eine Verbindung des Inneren der Wasserkammern mit dem Binnenwasser hergestellt werden, die jedoch zur Vornahme von Unterhaltungsarbeiten in den Kammern, bei Ausbesserung des Anstriches, sowie beim Auswechseln eines Thorflügels mufs aufgehoben werden können. Damit man in eine Wasserkammer hineingelangen kann, mufs das Wasser aus ihr entfernt werden können; dadurch würde jedoch der Auftrieb unter Umständen wesentlich vergröfsert werden können, und um diesen Uebelstand zu vermeiden, wird man zweckmäfsig eine Luftkammer ganz oder theilweise mit Wasser füllen. Also auch die Luftkammern müssen mit dem Binnenwasser in Verbindung gesetzt werden können. Diese Verbindung mufs aber ebenso wie bei den Wasserkammern unterbrochen und die Kammer entleert worden können. Es ist deshalb nothwendig, dafs für jede der 18 Kammern jedes Thorflügels folgende Mafsnahmen getroffen werden können:

a) die Kammer wird mit dem Binnenwasser in Verbindung gesetzt,

b) diese Verbindung wird unterbrochen,

c) die Kammer wird von Wasser entleert.

Durch Aufstellung eines Wasserhebers in dem Einsteigeschacht und durch Anordnung von Rohrleitungen, deren Hähne im Einsteigeschacht liegen und deshalb jederzeit zugänglich sind, ist die Erfüllung der vorstehend festgestellten Anforderungen möglich gemacht. Der Wasserheber wird mit Druckwasser betrieben, das aus dem Rohrleitungsnetz für die mit Druckwasser betriebenen Kraftmaschinen der Bewegungsvorrichtungen der Schleusen entnommen wird und eine Spannung von etwas über 50 Atmosphären besitzt. Das Druckwasser wird mittels eines schmiedeeisernen Rohres von 25 mm lichter Weite durch den festen Halszapfen hindurch in das Thor hineingeführt und nach dem Wasserheber geleitet, der auf dem vierten Riegel von unten aufgestellt ist. Mit dem

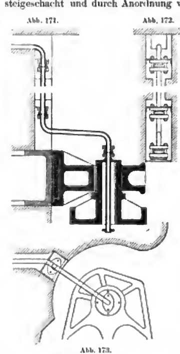


Abb. 171. Abb. 172.

Abb. 173.

Einführung des Druckwassers in die Thore. 1 : 25.

Thor ist diese Leitung fest verbunden, aufserhalb desselben ist sie, wie aus den Text-Abb. 171 bis 173 ersichtlich ist, vom Halszapfen nach einer in der Wendenische hergestellten Aussparung nahezu wagerecht geführt und steigt dann in dieser Aussparung lothrecht bis zu einem Canal in die Höhe, durch den sie in die Maschinenkammern der Schleusen gelangt. Das wagerechte und das lothrechte Leitungsstück sind unter einander und mit der in das Thor hineinführen-

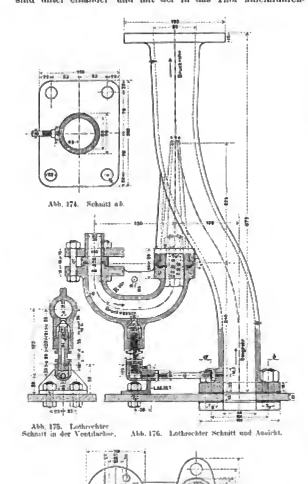


Abb. 174. Schnitt ab.

Abb. 175. Lothrechter Schnitt in der Ventilachse. Abb. 176. Lothrechter Schnitt und Ansicht.

Abb. 177. Grundrifs des Krümmers.

Abb. 174 bis 177. Wasserheber mit Krümmer und Ablafsventil.

den Leitung durch drei Kugelgelenke verbunden, und dadurch ist erreicht, dafs beim Bewegen der Thore nur die der Reibung des Kugelgelenks entsprechenden Kräfte auf die Rohrleitung zur Aeufserung gelangen. Beim Auswechseln eines Thorflügels ist nur das kurze wagerechte Leitungsstück zu entfernen, die übrigen Theile der Leitung sind durch ihre Lage so geschützt, dafs sie beim Ausheben und Einsetzen eines Thorflügels kaum beschädigt werden können. Der in den Text-Abb. 174 bis 177 dargestellte Wasserheber hat eine stündliche Leistung von 15 cbm und ist somit in der Lage, eine der grofsen Kammern in etwas mehr als einer Stunde leer zu pumpen. Seine Saugehöhe beträgt zwischen der Oberkante der Düse und der Unterkante des Saugekorbs 4,9, seine Druckhöhe 8,05 m, das Saugerohr hat einen lichten Durchmesser von 60 mm, das Druckrohr von 80 mm. Der Ausgufs findet oberhalb des obersten Riegels nach dem Binnenhafen zu statt. Da es vorkommen kann, dafs die Thore am Aufsenhaupt aus irgend einem Grunde bei Sturmfluthen in ihren Nischen liegen und die Thore am Binnenhaupt zur Abhaltung des Hochwassers benutzt werden müssen, so liegt auch die Möglichkeit vor, dafs bei entsprechend hoher Sturmfluth Wasser durch den Wasserheber in den Einsteigeschacht der Aufsenhaupt-Thore dringt. Um dieses zu verhindern, ist am Ausgufs eine broncene Klappe angebracht, die überdies durch einen Ueberfall mit Spannvorrichtung fest auf den Sitz aufgedrückt werden kann. Der Ueberfall soll hauptsächlich während der Ueberführung eines auszuwechselnden Thorflügels von Brunsbüttel nach dem Lagerplatz der Ersatzthore bei Rendsburg verwandt werden. Der unterste Riegel ist auf der Oberseite in seiner ganzen Ausdehnung mit einer Betonschicht abgedeckt, die nach einem im Einsteigeschacht angeordneten Pumpensumpf Gefälle hat. Aus dem Sumpf saugt der Wasserheber, und nach ihm wird der Wasserinhalt einer zu entleerenden Kammer hingeleitet. Dieses geschieht mit Hülfe eines für alle Kammern gemeinschaftlichen Fallrohres, an das von jeder Kammer — mit Ausnahme der Wasserkammern zwischen dem zweiten und dritten Riegel und der Luftkammer zwischen dem ersten und zweiten Riegel von unten — ein Zuleitungsrohr angeschlossen ist, das von dem Boden der Kammer ausgeht, wie aus Abb. 2 u. 3 Bl. 27 u. 28 ersichtlich ist. Innerhalb des Einsteigeschachtes ist in dieser Zuleitung ein Hahn angebracht und zwar ein Dreiwegehahn. Von den drei Stutzen des Hahnkörpers sind zwei mit dem Zuleitungsrohr verbunden, der dritte abzweigende Stutzen führt mittels eines kurzen Rohrstückes an die Thorhaut, die hier durchbohrt ist. Mittels der Dreiwegehähne ist es möglich, die oben aufgestellten Forderungen zu erfüllen; jede Thorkammer kann sowohl mit dem Aufsenwasser auf der Hinterseite des Thores wie mit dem Fallrohr in Verbindung gesetzt werden, sie kann aber auch gegen beide abgesperrt werden. Im gewöhnlichen Betriebe sind die Dreiwegehähne so gestellt, dafs die Wasserkammern mit dem Aufsenwasser in Verbindung stehen, die Luftkammern jedoch sowohl gegen dieses wie gegen das Fallrohr abgesperrt sind. Die Einlafsöffnungen in der Thorhaut haben die in den Text-Abb. 178 bis 180 dargestellte Schutzvorrichtung aus Rothgufs erhalten. Das rostartige Sieb soll das Eintreiben von Fremdkörpern in die Rohrleitungen und die Hähne verhindern, es kann abgeschraubt und durch den dicht schliefsenden Deckel, der in der Text-Abb. 180 dargestellt ist, ersetzt werden, sobald Instandsetzungsarbeiten an den Rohren oder Hähnen nothwendig werden. Selbstverständlich mufs das Aufsetzen der Verschlufsdeckel bei den unter Wasser liegenden Einströmungsöffnungen von einem Taucher ausgeführt werden, der beim Ein- und Ausschrauben des Siebes und des Verschlufsdeckels zu benutzende Schlüssel ist in Text-Abb. 180 mit dargestellt. Für die beiden untersten Wasserkammern zwischen der Wendesäule und dem Einsteigeschacht, sowie für die unterste Luftkammer mufste eine andere Anordnung getroffen werden, wie aus Abb. 3 auf Bl. 27

u. 28 ersichtlich ist. Die beiden Wasserkammern stehen durch eine Oeffnung in dem Stehblech des sie trennenden Riegels mit einander in Verbindung, und nur die untere Kammer hat eine Verbindung mit dem Fallrohr und dem Aufsenwasser erhalten. Soll die unterste Wasserkammer leer gemacht werden, so kann dieses nur nach vorgängiger Entleerung der darüber befindlichen Kammer geschehen. Sobald diese wasserfrei ist, wird der Handgriff einer Kette zugänglich, die mit dem anderen Ende an einer Klappe befestigt ist. Diese Klappe dichtet ein kurzes Rohrstück ab, das an der Einsteigeschachtwand der untersten Kammer angebracht und etwas in die Betonsohle der Kammer eingelassen ist. Die Schachtwand ist an dieser Stelle mit einer Oeffnung versehen, sodafs bei geöffneter Klappe das Wasser aus der Kammer nach dem Pumpensumpf im Einsteigeschacht abfliefsen kann. Bei gewöhnlichem Thorbetriebe sind die beiden in Frage stehenden Wasserkammern mit dem Aufsenwasser in Verbindung, während der Einsteigeschacht wasserfrei ist; es wird dann die Klappe durch den Wasserdruck so fest

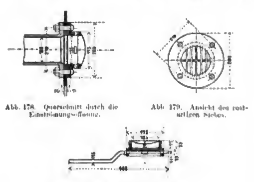


Abb. 178. Querschnitt durch die Einströmungsöffnung. Abb. 179. Ansicht des rostartigen Siebes.

Abb. 180. Querschnitt durch den Deckel.

Abb. 178 bis 180. Schutzvorrichtung der Einströmungsöffnungen. 1 : 15.

auf ihren Sitz gedrückt, dafs eine ausreichende Dichtung erzielt wird. Auch die unterste Luftkammer steht durch ein Rohrstück mit Klappe mit dem Einsteigeschacht in Verbindung. Die Klappe ist hier jedoch so angeordnet, dafs sie die Luftkammer abdichtet, sobald in dem Einsteigeschacht das Wasser ansteigt, was z. B. beim Entleeren einer der oberen Wasserkammern eintreten kann, wenn der Dreiwegehahn soweit geöffnet wird, dafs das Wasser aus der Kammer schneller durch das Fallrohr nach dem Pumpensumpf abströmt, als der Wasserheber arbeiten kann. Die Rohre haben durchweg 110 mm lichte Weite erhalten und sind innen wie aufsen verzinkt, die Anschlüsse der Rohre an die Schachtwände und die Kammern sind mit Flanschen hergestellt und durch Gummiringe gedichtet. Bei steigendem oder fallendem Wasser mufs der Wasserstand in den Wasserkammern sich mit dem Aufsenwasser ausgleichen; wenn dieses also in einer Minute um 1 cm steigt, so müssen, da der Querschnitt der grofsen Wasserkammer etwa 10 qm oder 1000 qdcm beträgt, in der Minute 100 l durch die Rohrleitung in die betreffende Kammer laufen. Da der Querschnitt der 100 mm weiten Rohre etwa gleich $^3/_4$ qdcm ist, so mufs die secundliche Geschwindigkeit des Wassers $\frac{100 \cdot 4}{60 \cdot 3} = 2{,}2$ dcm sein. Zur Erzeugung dieser Geschwindigkeit ist ein Ueberdruck $h = \frac{v^2}{2g \cdot \mu}$ = rund $\frac{0{,}22^2}{20 \cdot 0{,}6} = 0{,}004$ m oder 4 mm nöthig, wenn von dem Druckhöhenverlust in der kurzen Leitung abgesehen wird. Ein schnelleres Fallen oder Steigen des Elbe- und des Ostsee-Wasserstandes als 1 cm in der Minute tritt nur selten ein. Beim Schleusen senkt und hebt sich der Wasserspiegel der Schleusen aber sehr viel rascher. Liegt z. B. der Aufsenwasserstand auf der Höhe + 22,50, der Schleusenwasserstand auf + 19,50, so beträgt beim Füllen der Schleuse die Hebung des Wasserspiegels in der Secunde bis zu 1,5 cm. Durch die Einströmungsöffnungen gelangt dann nicht soviel Wasser in die Wasserkammern der Thorflügel, dafs die Wasserspiegel im Thor und in der Schleuse gleich sind, es fehlen vielmehr bei Eintritt der Ausspiegelung noch etwa 19 cbm, die erst im Verlauf von weiteren 7,5 Minuten in das Thor gelangen. Wird sofort nach der Ausspiegelung mit dem Oeffnen der Thore begonnen, so wird die Bewegung infolge der Entlastung des Spur- und des Halszapfens erleichtert, diese wirkt also günstig. Dabei liegt die Gefahr des Aufschwimmens der Thorflügel nicht vor, da der Zapfendruck noch immer 47,5 — 19,0 = 28,5 t beträgt. Wird der Wasserspiegel in der Schleuse mit dem Binnenwasser ausgeglichen, dann bleibt in den Thorflügeln der Wasserstand höher als in der Schleuse, das Gewicht derselben wird also vermehrt. Da die Thorflügel aber in diesem Falle durch den Wasserdruck fest gegen einander und an den Drempel und die Wendenische geprefst werden, so tritt eine Mehrbelastung des Spur- und Halszapfens dadurch nicht ein. Es hätte einer Vergröfserung der Rohrquerschnitte um ungefähr das vierfache bedurft, wenn der Wasserstand im Thor-Inneren und in der Schleuse annähernd gleichmäfsig hätte sein sollen. Dann wären aber die Dreiwegehähne so unhandlich und der bereits jetzt nicht reichliche Raum im Einsteigeschacht so beschränkt worden, dafs von einer solchen Vergröfserung Abstand genommen werden mufste.

Wenn sich der Wasserstand in einer Kammer ändert, wie es beim Schleusen stets der Fall ist, oder wenn eine Kammer entleert oder gefüllt wird, so mufs Luft in dieselbe eintreten oder aus ihr austreten können. Es ist deshalb für jede einzelne der Kammern ein Rohr von 42 mm Lichtweite angeordnet worden, das von der Kammerdecke ausgeht und alle oberhalb liegenden Riegel durchdringend bis über den obersten Riegel hinausreicht. Der Durchgang der Rohre durch die Stehbleche mufste wasserdicht hergestellt werden, und dies ist durch die in der Text-Abb. 181 dargestellte Dichtung erreicht worden. Für die Unterhaltungsarbeiten im Thor-Inneren ist die Zuführung frischer Luft sehr erwünscht. Es wird dadurch nicht nur die Arbeitsfähigkeit der beschäftigten Leute erhöht, sondern auch

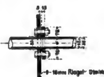


Abb. 181. Dichtung der Lüftungsrohre. 1:15.

das Trocknen neuer Anstriche, deren Ausführung den hauptsächlichsten Theil der Unterhaltungsarbeiten bildet, sehr begünstigt. Eine natürliche Lüftung von ausreichender Stärke liefs sich bei den Thoren nicht beschaffen, es mufste deshalb für eine künstliche Lüftung Sorge getragen werden. Da Druckwasser in reichlicher Menge vorhanden ist und für die Wasser-

heber bereits in die Thore eingeführt werden mufste, so sind Wasserstrahl-Ventilatoren gewählt, die nach dem Patent von Gebrüder Körting in Körtingsdorf bei Hannover für eine stündliche Leistung von 300 cbm bei 50 Atmosphären Betriebsdruck ausgeführt sind. Die oberen Enden der Lüftungsrohre für die Kammern links und rechts von dem Einsteigeschacht sind je an einen gufseisernen Hohlkörper angeschlossen, der sich über dem obersten Riegel befindet (sieh Abb. 3 und 7 auf Bl. 27 u. 28). Beide Gufskörper sind durch ein 60 mm im lichten weites schmiedeeisernes Rohr verbunden, und der Ventilator ist auf dem Körper, der nahe der Wendesäule steht, angebracht. Die Lüftungsrohre sind am Anschlufs an die beiden Gufskörper mit Hähnen versehen, sodafs sowohl jede Kammer einzeln wie auch in Verbindung mit einer beliebigen anderen Kammer oder mehreren gelüftet werden kann. Die eigenartig geformte Düse des Ventilators hat eine grofse Anzahl feiner Oeffnungen von $^3/_4$ mm Durchmesser, durch die das Druckwasser ausströmt. Die mitgerissene Luft und das Betriebswasser treten in Form eines ganz feinen Nebels ins Freie. Die Zuführung des Druckwassers zum Ventilator erfolgt in einer 13 mm im lichten weiten Leitung, die von der Leitung zum Wasserheber im Einsteigeschacht und zwar dicht unter dem obersten Riegel abzweigt. Der Ventilator saugt die Luft aus den Kammern; um ein Einströmen frischer Luft zu ermöglichen, müssen die zu den Kammern führenden Mannlöcher vom Einsteigeschacht aus geöffnet werden. Wird nicht gelüftet, dann müssen die Hähne aller Rohrleitungen, die zu den innerhalb der Zone der wechselnden Wasserstände liegenden Kammern gehören, geöffnet sein, damit die Luft durch den Ventilator, die Gufskörper und die Rohre einen Zugang zu diesen Kammern und ebenso einen Weg zum Abfliefsen findet. Die Hähne der Luftkammern könnten geschlossen sein, es ist indessen Betriebs-Vorschrift, dafs sämtliche Hähne geöffnet sind, wenn der Ventilator nicht in Betrieb ist.

Die Berechnung der Riegel und der Thorhaut. Nachdem im vorstehenden eine Beschreibung der Thore gegeben ist, sollen nunmehr einige Angaben über die bei der Berechnung der Riegel und der Thorhaut gemachten Annahmen und den Gang der Berechnung folgen. Die Thorhaut hat den Druck des Wassers auf die Riegel zu übertragen. Da jede einzelne der Kammern, in die das Thor-Innere getheilt ist, mit Luft gefüllt sein kann, so kann auf die einzelnen Hautbleche der volle Druck, der der Lage des Bleches unter dem Wasserspiegel entspricht, einwirken. Der höchste beobachtete Elbewasserstand hat auf der Höhe + 25,01 gelegen, in Rücksicht auf den Wellenschlag ist jedoch angenommen, dafs der Wasserspiegel bis zur Höhe + 25,5 ansteigen kann. Bei einem solchen Hochwasser werden gewöhnlich sowohl die Fluththore am Aufsenhaupt wie die am Binnenhaupt geschlossen sein, und in der Schleuse wird ein Wasserstand gehalten werden, der etwa in halber Höhe zwischen dem Elbe- und dem Canalwasserstand liegt. Dann wirkt auf die äufsere Haut der Aufsenhauptthore ein Druck, der dem Wasserstande + 25,5 entspricht, auf die innere Haut der Aufsenhauptthore und die äufsere Haut der Binnenhauptthore ein Druck entsprechend dem Schleusenwasserstande und auf die innere Haut der Binnenhauptthore ein Druck, der dem Canalwasserstande entspricht. Es kann aber der Fall eintreten, dafs die Aufsenhauptthore beschädigt sind und deshalb in ihren Nischen liegen, während die Binnenhauptthore allein geschlossen sind und den ganzen Wasserüberdruck auszuhalten haben. Dann erhalten die Hautbleche der Aufsenhauptthore auf beiden Seiten und die der Binnenhauptthore auf der Aufsenseite einen Druck, der dem auf + 25,5 liegenden Elbe-Wasserstande entspricht. Sie sollen dann höchstens mit 1200 kg für 1 qcm Querschnittsfläche beansprucht werden. Ein Elbewasserstand von + 22,5 kommt häufiger vor; dann wird noch geschleust, und der Wasserstand in der Schleuse entspricht dabei bald dem Elbewasserstand, bald dem Canalwasserstand. Mithin haben wieder die Hautbleche des Aufsenhauptthores auf beiden Seiten und das äufsere Hautblech des Binnenhauptthores den hohen Wasserdruck auszuhalten, bei dem sie höchstens mit 900 kg beansprucht werden sollen, während das innere Hautblech nur einen Druck erfährt, der dem Canalwasserstande entspricht. Dieses Blech könnte also schwächer gemacht werden als die übrigen; dann hätten aber besondere Ersatzflügel für das Aufsenhaupt und das Binnenhaupt beschafft werden müssen, und um dieses zu vermeiden, haben die Hautbleche der Thore auf beiden Seiten gleiche Stärken erhalten. Die Thorhaut besteht aus Blechen mit wagerechter Längserstreckung, die an ihrem oberen und unteren Rande mit dem zu diesem Zweck besonders breit gewählten ersten Gurtplatten der Riegel vernietet sind und durch lothrechte, an die Riegel angeschlossene ⅂-Eisen versteift werden. Die ⅂-Eisen haben eine gröfste Entfernung von 0,56 m von einander, sie theilen die Bleche in einzelne Felder von etwa 1,2 m Höhe und 0,55 m Breite. Wenn eine langgestreckte rechteckige ebene Platte, die an allen vier Seiten fest eingespannt ist, durch einen gleichmäfsigen Druck belastet wird, dann tritt nach den Versuchen von Bach (vergl. Bach, Elasticität und Festigkeit) der Bruch vorwiegend in der Mitte der Platte gleichlaufend zu den langen Seiten ein, und er verliert sich nach einer Wendung von 135° nach den Ecken zu. Dabei stellt sich der Einflufs der Einspannung an den kurzen Seiten als so geringfügig heraus, dafs er bei der Berechnung vernachlässigt werden kann. Ein mit den Schmalseiten der Platte gleichlaufender Streifen ist also als ein Balken zu betrachten, der an seinen beiden Enden eingespannt ist und somit einem gröfsten Angriffsmoment von $q \cdot \frac{l^2}{12}$ zu widerstehen hat. Die Hautbleche der Thore können als solche Platten angesehen werden, nur ist die Belastung der einzelnen Bleche keine ganz gleichmäfsige, da der untere Theil jedes Bleches tiefer unter dem Wasserspiegel liegt als der obere, also auch einem stärkeren Druck zu widerstehen hat. Für die Berechnung der Blechhautstärken ist für jedes Riegelfeld derjenige Wasserdruck als mafsgebend angenommen worden, der in 0,25 m Höhe über der Mitte des unteren Riegels herrscht. Für die Thorhaut im untersten Riegelfeld wurde also der Druck in der Höhe $+ 9,77 + 0,25 = + 10,02$ der Berechnung zu Grunde gelegt. Bei einem Wasserstande von + 25,5 beträgt die Höhe der wirksamen Wassersäule $25,5 - 10,02 = 15,48$ m, und der Druck für 1 qcm Hautfläche hinreichend genau 1,548 kg. Das gröfste Biegungsmoment für einen Hautstreifen von 1 cm Breite ergiebt sich zu $1,548 \cdot \frac{56 \cdot 56}{12} = 405$ kg·cm.

Wenn δ die Blechstärke und 1200 kg die zulässige Beanspruchung ist, dann mufs sein

$$\frac{\delta^2}{6} \cdot 1200 = 405$$

$$\delta^2 = \frac{405 \cdot 6}{1200} = 2{,}025, \quad \delta = 1{,}42 \text{ cm}.$$

Bei einem Wasserstande von + 22,50 beträgt der Druck auf 1 qcm der Hautfläche an der fraglichen Stelle $\frac{22{,}5 - 10{,}02}{10} = 1{,}248$ kg. Das Biegungsmoment ist

$$1{,}248 \cdot \frac{56 \cdot 56}{12} = 326{,}1 \text{ kg·cm},$$

und die Blechstärke mufs bei 900 kg zulässiger Beanspruchung sein

$$\delta = \sqrt{\frac{326{,}1 \cdot 6}{900}} = 1{,}47 \text{ cm}.$$

Die letztere Belastungsannahme giebt also die gröfsere Blechstärke und ist deshalb mafsgebend. Die Bleche sind 1,5 cm stark gewählt worden. In gleicher Weise sind die Blechstärken in den übrigen Riegelfeldern und auch die Stärken der den Einsteigeschacht begrenzenden Querwände ermittelt worden. Die Blechstärke nimmt nach oben zu allmählich ab, im obersten Riegelfeld und ebenso in der Blechwand oberhalb des obersten Riegels beträgt sie nur noch 7 mm. Die Querwände am Einsteigeschacht sind stärker als die Hautbleche in demselben Riegelfeld, da die Entfernung der Aussteifungen bei derselben gröfser ist. Die geringste Stärke ist in den drei obersten Riegelfeldern vorhanden und beträgt 10 mm.

Die Riegel sollen ebenso wie die Hautbleche bei den häufiger eintretenden Wasserständen Beanspruchungen bis 900 kg für 1 qcm Querschnittsfläche erhalten, bei dem ungünstigsten Wasserstande dürfen die Beanspruchungen bis 1200 kg hinaufgehen. Der ungünstigste Belastungsfall der Thore tritt ein, wenn bei dem höchsten Elbewasserstande, der unter Berücksichtigung der Druckvermehrung durch die Wellen wieder auf + 25,5 angenommen werden kann, die Thore des einen Hauptes betriebsunfähig sind, sodafs die Thore des anderen Hauptes den gesamten Wasserüberdruck aufzuhalten haben. Solche hohen Hochwasser treten nur auf, wenn nordwestliche Stürme schon vorher einige Zeit geweht haben und den Wasserstand der Elbe bei Ebbe während mehrerer Tiden so hoch gehalten haben, dafs die planmäfsige Auswässerung des Kaiser Wilhelm-Canals durch die Brunsbütteler Schleusen unmöglich wurde. In einem solchen Falle wird der Wasserstand im Canal annähernd gleich dem mittleren sein, also auf der Höhe + 19,77 oder rund + 19,80 liegen. Es beträgt somit der ungünstigste Ueberdruck, der je auf ein Thor einwirken wird, 25,5 — 19,8 = 5,7 m. Hochwasser von + 22,5 treten bei Springtiden auch dann auf, wenn sehr heftige nordwestliche Stürme nur kurze Zeit geweht haben. Im Canal kann dann ein niedriger Wasserstand herrschen, es mufste deshalb damit gerechnet werden, dafs beim Schleusenbetrieb Wasserstandsunterschiede auf beiden Seiten eines Thores von 22,5 — 19,3 = 3,2 m vorkommen werden,

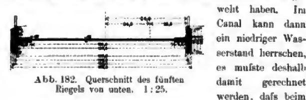


Abb. 182. Querschnitt des fünften Riegels von unten. 1 : 25.

und der diesem Unterschied entsprechende Wasserdruck ist als häufiger vorkommend in die Berechnung der Thore eingeführt worden. Der Gang dieser Berechnung soll an dem fünften Riegel von unten gezeigt werden, der die Decke der Luftkammer bildet und auf der Höhe + 15,85 liegt. Dieser Riegel hat in der Mitte den in der Text-Abb. 182 dargestellten Querschnitt. Wenn die überstehenden Flächen der untersten Gurtplatten nicht mit in Rechnung gezogen werden, dafür aber auch kein Abzug für Nietlöcher stattfindet, dann ist der Querschnitt in der Riegelmitte

$$F = 449 \text{ qcm}$$

und das Widerstandsmoment:

$$W = 18944 \text{ cm}^3.$$

Bei 5,7 m Wasserstandsunterschied wird 1 cm Länge des Riegels mit 0,57 · 152 = 86,6 kg belastet. Werden die Riegel als an beiden Enden frei aufgelagerte Balken und die Mitten der Berührungsflächen zwischen den Stemmleisten und den Riegel-Enden als die Auflagerpunkte dieser Balken angesehen, dann beträgt die Stützweite derselben rund 13,8 m und das von dem Wasserdruck hervorgerufene Biegungsmoment in der Riegelmitte

$$\frac{86{,}6 \cdot 1380 \cdot 1380}{8} = 20\,615\,100 \text{ kg·cm}.$$

Die Beanspruchung in den äufsersten Fasern beträgt dann $\frac{20\,615\,100}{18\,944} = \pm 1088$ kg, während sie bei 3,2 m Wasserstandsunterschied $\pm \frac{1088 \cdot 3{,}2}{5{,}7} = \pm 611$ kg beträgt. Der Stemmdruck ist, wie früher bereits erörtert worden ist, die mit der Thorachse gleichlaufende Seitenkraft der zwischen einem Thorflügel und dem Schleusenmauerwerk bezw. zwischen zwei Thorflügeln zu übertragenden Kraft, während die andere Seitenkraft senkrecht zur Thorachse, gleich der Hälfte des auf den Thorflügel wirkenden Wasserdruckes ist. Für die Berechnung der Riegel ist nun angenommen, dafs die Thorhaut an der Uebertragung des Stemmdruckes nicht theilnimmt, vielmehr jeder Riegel den der Belastung des zugehörigen Riegelfeldes entsprechenden Stemmdruck allein aufzunehmen hat. Die Belastung des in Frage stehenden Riegels beträgt 86,6 · 1380 = 119 508 kg, somit ist die Seitenkraft senkrecht zur Thorachse gleich $\frac{119\,508}{2} = 59\,754$ kg. Zwischen dieser Seitenkraft — V — und dem Stemmdruck — S — besteht nun, wie aus der Text-Abb. 142 auf S. 218 hervorgeht, die Beziehung

$$\frac{V}{S} = \tang \alpha = \frac{1}{3},$$

es ist also $S = 3\,V$ oder gleich 179 262 kg.

Die Stemmkraft erzeugt zunächst in dem Riegelquerschnitt eine Beanspruchung von $-\frac{179\,262}{449} = -363$ kg, aufserdem ruft sie aber, weil sie nicht im Schwerpunkt des Riegelquerschnittes angreift, auch noch ein Biegungsmoment hervor. Ihr Angriffspunkt liegt 9,5 cm hinter einer durch die Mitte der Wendenische gelegten, mit dem Drempel gleichlaufenden Linie. Von der Aufsenkante der hinteren Gurtwinkel hat diese Linie 39 cm Abstand, also die Stemmkraft 29,5 cm Abstand. Der Schwerpunkt des Riegelquerschnittes

hat 64 cm Entfernung von der Aufsenkante der Gurtwinkel, es beträgt also der Hebelsarm der Stemmkraft

$$64 - 29{,}5 = 34{,}5 \text{ cm},$$

das Biegungsmoment der Stemmkraft

$$179262 \cdot 34{,}5 = 6184539 \text{ kg-cm}$$

und die Beanspruchung der äufsersten Fasern

$$\pm \frac{6184539}{18944} = \pm 326 \text{ kg}.$$

Bei 3,20 m Wasserstandsunterschied beträgt die Druckbeanspruchung des Querschnittes durch die Stemmkraft

$$-\frac{363 \cdot 3{,}2}{5{,}7} = -203 \text{ kg}$$

und die Beanspruchung der äufsersten Fasern infolge des Moments der Stemmkraft

$$\pm \frac{326 \cdot 3{,}2}{5{,}7} = \pm 183 \text{ kg}.$$

Die aus den Biegungsmomenten des Wasserdrucks einerseits und der Stemmkraft anderseits entstehenden Spannungen wirken einander entgegen, die Gesamtbeanspruchungen sind infolge dessen in den äufsersten Fasern des Riegelquerschnittes bei 5,70 m Wasserüberdruck:

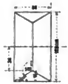
$$+1088 - 363 - 326 = +399 \text{ kg bezw.}$$
$$-1088 - 363 + 326 = -1125 \text{ kg}$$

und bei 3,20 m Wasserstandsunterschied

$$+611 - 203 - 183 = +226 \text{ kg}$$
$$-611 - 203 + 183 = -631 \text{ kg}.$$

Hiernach bleiben die Beanspruchungen der äufsersten Fasern in der Riegelmitte unterhalb der zulässigen Grenze, und die Länge der Gurtplatten ist so bemessen, dafs dieses auch in den übrigen Querschnitten der Fall ist. Bei der bezüglichen Berechnung konnte die Länge der 18,5 cm breiten Gurtplatten in der üblichen Weise leicht bestimmt werden, da sie ganz innerhalb des Riegeltheils mit den gleichlaufenden Gurtungen liegen. Die Enden der 20 cm breiten Gurtplatten liegen jedoch in dem abgeschrägten Theil der Riegel, und deshalb mufste ihre Länge durch probeweise Ermittlung der in einzelnen Riegelquerschnitten auftretenden Spannungen festgestellt werden. Die Gurtplatten haben übrigens in beiden Gurtungen die gleiche Länge erhalten, damit der Riegelquerschnitt überall symmetrisch ist.

Der betrachtete Riegel bildet die Decke des Schwimmkastens, er wird also auch noch durch die auf ihm ruhende Wasserlast beansprucht; diese entfällt hauptsächlich auf das Stehblech, in welchem also die Beanspruchung noch festzustellen ist. Der Riegel liegt auf der Höhe + 15,85; wenn ein Ueberdruck von 5,70 m auf ein Thor einwirkt, so befindet sich hinter diesem ein Wasserstand von + 19,80, und der Druck auf 1 qcm Stehblechfläche beträgt $\frac{19{,}80 - 15{,}85}{10} = 0{,}395$ kg. Die Stehbleche sind genau wie die Bleche der Thorhaut durch 56 cm von einander entfernte Aussteifungen in langgestreckte rechteckige Felder getheilt. Ein infolge einer gleichmäfsigen Belastung auftretender Bruch wird also nach den Bachschen Versuchen in einer Linie erfolgen, die in der Mitte des Feldes parallel zu den langen Seiten verläuft und sich dann nach einer Wendung von 135° nach den Ecken zu verliert. Dort, wo der Bruch auftritt, ist auch die gröfste Materialbeanspruchung, diese wird also in der Mitte der Platte auftreten und in dem Theil des Bruches, der parallel zu den langen Seiten ist, nahezu gleichmäfsig hoch sein. Je weiter nun eine Faser von der Symmetrieachse des Riegels entfernt ist, desto gröfsere Spannungen werden in ihr durch die Momente des Wasserdrucks und des Stemmdrucks hervorgerufen, es kommt also für die Ermittlung der Spannungen im Riegelstehblech darauf an, festzustellen, bis zu welcher Entfernung von dem Schwerpunkt des Riegelquerschnittes die durch die unmittelbare Wasserbelastung des Stehbleches erzeugte gleichmäfsig hohe Beanspruchung vorhanden ist. Bach hat gefunden, dafs der Winkel, unter dem der Bruch nach der Ecke eines Bleches verläuft, 135° beträgt, für die Berechnung der Riegel ist die ungünstigere Annahme gemacht, dafs er 150° beträgt, dafs also ein Bruch der Riegelstehbleche nach der Text-Abb. 183 verlaufen würde. Es ist dann die hohe Beanspruchung noch bis zu einer Entfernung von 38 cm vom Schwerpunkt des Riegels vorhanden, und sie berechnet sich aus der Gleichung


Abb. 183. Bruchfuge im Riegelstehblech. 1 : 25.

$$\delta^2 \cdot \frac{k}{6} = q \cdot \frac{l^2}{12}, \text{ oder bei 1,6 cm Stehblechstärke:}$$

$$\frac{1{,}6^2}{6} \cdot k = 0{,}395 \cdot \frac{56^2}{12}$$

$$k = \frac{0{,}395 \cdot 56^2}{1{,}6^2 \cdot 2} = \pm 242 \text{ kg}.$$

Da die Beanspruchung des Stehbleches an der fraglichen Stelle fernerhin beträgt:

durch den Stemmdruck: — 363 kg,

durch das Moment des Stemmdrucks:

$$\frac{326 \cdot 38}{67{,}8} = \pm 183 \text{ kg},$$

durch das Moment des Wasserdrucks:

$$\mp \frac{1088 \cdot 38}{67{,}8} = \mp 610 \text{ kg},$$

so ergiebt sich die höchste Gesamtbeanspruchung des Stehbleches an der fraglichen Stelle zu: $-242 - 363 - 610 + 183 = -1032$ kg. Wenn bei dem höchsten Hochwasser die Aufsenhauptthore geschlossen sind und der Wasserstand in der Schleuse auf der Höhe + 22,50 liegt, dann erfährt das Stehblech eine unmittelbare Belastung von $\frac{22{,}50 - 15{,}85}{10} = 0{,}665$ kg auf 1 qcm Fläche, und die durch diese Belastung hervorgerufene Beanspruchung wird $\pm \frac{242 \cdot 0{,}665}{0{,}395} = \pm 407$ kg. Da der Ueberdruck dann nur noch 3 m beträgt, sinken die anderen Spannungen auf zusammen

$$(-363 - 610 + 183) \cdot \frac{3{,}00}{5{,}70} = -416 \text{ kg},$$

sodafs die Gesamtbeanspruchung $-407 - 416 = -823$ kg beträgt. Bei einem Aufsenwasserstande von + 22,5 und einem Canalwasserstande von + 19,3 kann der Ueberdruck beim Schleusen 3,2 m betragen, also die Beanspruchung des Stehbleches an der fraglichen Stelle durch denselben gleich

$$-\frac{790 \cdot 3{,}2}{5{,}7} = -444 \text{ kg}$$

werden. Der unmittelbare Wasserdruck auf das Stehblech

beträgt dann aber nur $\frac{19,3 - 15,85}{10} = 0,345$ kg auf 1 qcm Stehblechfläche und die dadurch hervorgerufene Beanspruchung

$$\pm \frac{242 \cdot 0,345}{0,395} = \pm 211 \text{ kg},$$

sodaſs eine höchste Gesamtbeanspruchung entsteht von $-444 - 211 = -655$ kg. In der Riegelmitte ist also auch das Stehblech ausreichend stark; es fragt sich aber, ob dies auch an den übrigen Stellen des Riegels der Fall sein wird. In seinem mittleren Theil laufen die Gurtungen parallel, von der Riegelmitte bis zum Ende der äuſseren Gurtplatte müssen die Gesamtbeanspruchungen abnehmen, da das Biegungsmoment des Wasserüberdruckes abnimmt, während bei allen übrigen Spannungen und ebenso beim Riegelquerschnitt keine Aenderung eintritt. Infolge der Verringerung des Querschnittes und damit des Widerstandsmomentes tritt am Ende der äuſsersten Gurtplatte eine Erhöhung der Gesamtspannung ein, durch die jedoch die Gesamtbeanspruchung in der Riegelmitte nicht erreicht wird. Mehr nach den Enden des Riegels zu nimmt seine Höhe erheblich ab und dementsprechend sowohl der Querschnitt wie das Widerstandsmoment. Hier muſste durch probeweise Berechnungen festgestellt werden, ob die Beanspruchungen stets unter dem zugelassenen Maſse bleiben, und es wurde gefunden, daſs die Beanspruchung des Stehbleches in einem Querschnitt, der 162 cm Entfernung von dem Riegel-Ende hat und genau in der Mitte zwischen zwei Stehblech - Aussteifungen liegt, am gröſsten ist. Der Riegel hat dort den in der Text-Abbild. 184 gezeichneten Querschnitt, dessen Fläche $F = 312$ qcm, dessen Trägheitsmoment $J = 492\,358$ cm⁴ und dessen Widerstandsmoment

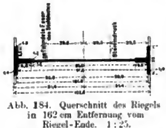


Abb. 184. Querschnitt des Riegels in 162 cm Entfernung vom Riegel-Ende. 1 : 25.

$W = 9579$ cm³ ist. Der Stemmdruck wirkt parallel und in 29,5 cm Abstand von der Auſsenkante der hinteren Gurtwinkel, bezogen auf den Schwerpunkt der Querschnittsfläche hat er somit einen Hebelsarm von $50 - 29,5 = 20,5$ cm. Die gefährdete Faser des Stehbleches kann 29 cm von dem Schwerpunkt entfernt angenommen werden. Das Biegungsmoment des Wasserdrucks ist $M = \frac{q x (l - x)}{2}$, und zwar ist bei 5,7 m Wasserstandsunterschied $M = 86,6 \cdot \frac{162}{2} (1380 - 162) = 8\,543\,783$ kg-cm.

Das Biegungsmoment der Stemmkraft ist

$$179\,262 \cdot 20,5 = 3\,674\,871 \text{ kg-cm},$$

das resultirende Moment

$$8\,543\,783 - 3\,674\,871 = 4\,868\,912 \text{ kg-cm},$$

ferner die Beanspruchung in der äuſsersten Faser des Querschnitts

$$\frac{4\,868\,912}{9579} = \pm 508 \text{ kg},$$

und die Beanspruchung in der fraglichen Faser

$$\pm \frac{508 \cdot 29}{51,4} = \pm 287 \text{ kg},$$

während die Druckbeanspruchung durch die Stemmkraft

$$\frac{179\,262}{312} = -575 \text{ kg beträgt.}$$

Die die beiden zuletzt berechneten Beanspruchungen hervorrufenden Spannungen wirken parallel zur neutralen Achse, senkrecht zu dieser wirkt nun noch eine Schubspannung, die infolge der Biegungsmomente entsteht. Bezüglich der Vertheilung dieser Schubspannung über einen Querschnitt gehen die Ansichten weit auseinander, deshalb wurde der Berechnung der Riegel die ungünstige Annahme zu Grunde gelegt, daſs die Schubspannung senkrecht zur neutralen Achse gleich derjenigen ist, die an der fraglichen Stelle parallel zur neutralen Achse wirkt und aus der Formel zu berechnen ist:

$$Sch = \frac{Q \cdot S}{J},$$

in der

Q die Transversalkraft $= 86,6 \left(\frac{1380}{2} - 162\right) = 45\,725$ kg,

J das Trägheitsmoment $= 492\,358$ cm⁴ und S das statische Moment des Querschnittes bis zur fraglichen Faser, bezogen auf die neutrale Achse, ist, also

$$S = 22 \cdot 1,4 \cdot 50,7 + 21 \cdot 1,6 \cdot 39,5 + 2 \cdot 10 \cdot 1,2 \cdot 45 + 2 \cdot 8,8 \cdot 1,2 \cdot 49,4 = 5011 \text{ cm}^3.$$

Die Schubbeanspruchung wird

$$\frac{Sch}{1,6} = \frac{45\,725 \cdot 5011}{492\,358 \cdot 1,6} = 291 \text{ kg}.$$

Werden die Normalbeanspruchungen $287 + 575 = 862$ kg nach der von Bach in seinem Werke: „Elasticität und Festigkeit" auf Seite 249 angegebenen Formel 170 mit der Schubbeanspruchung zu einer Mittelkraft zusammengesetzt, so ergiebt sich diese zu

$$R = 0,35 \cdot 862 + 0,65 \sqrt{862^2 + 4 \cdot 291^2} = 978 \text{ kg}.$$

Zu dieser Mittelkraft kommt nun noch die Beanspruchung durch die unmittelbare Belastung des Stehbleches, die ebenso wie in der Mitte des Riegels 242 kg beträgt. Beide Beanspruchungen zusammen ergeben

$$978 + 242 = 1220 \text{ kg},$$

es wird also die zulässige Beanspruchung um ein geringes überschritten. Da jedoch die Spannungen nicht in derselben Richtung wirken, auch überdies alle Rechnungsannahmen sehr ungünstig gewählt sind, so wurde von einer Verstärkung des Stehbleches Abstand genommen. Bei einem Elbewasserstande von $+25,50$ und einem Schleusenwasserspiegel von $+22,50$ beträgt der Wasserüberdruck auf das Auſsenhauptthor 3 m. In der gefährdeten Faser des Stehbleches betragen dann

die Druckbeanspruchungen $\frac{862 \cdot 3,0}{5,7} = 454$ kg,

die Schubbeanspruchungen $\frac{291 \cdot 3,0}{5,7} = 153$ kg,

sodaſs die Mittelkraft ist:

$$R = 0,35 \cdot 454 + 0,65 \sqrt{454^2 + 4 \cdot 153^2} = 515 \text{ kg}.$$

Die unmittelbare Belastung des Riegelstehbleches beträgt $\frac{22,50 - 15,85}{10} = 0,665$ kg für 1 qcm Fläche und die Beanspruchung aus dieser Last $\frac{242 \cdot 0,665}{0,395} = 407$ kg.

Die Mittelkraft der Druck- und Schubbeanspruchungen und die Beanspruchung durch die unmittelbare Wasserbelastung betragen zusammen $515 + 407 = 922$ kg; es wird also auch unter diesen Wasserstandsverhältnissen die zulässige Beanspruchung um ein geringes überschritten. Aus den

bereits angegebenen Gründen wurde auch diese Ueberschreitung zugelassen. Bei + 22,50 Aufsenwasserstand und + 19,20 Schleusen- oder Canalwasserstand werden die Beanspruchungen, wie aus der bezüglichen Berechnung für die Riegelmitte hervorgeht, erheblich geringer als die zuletzt gefundenen, es ist deshalb von der Durchführung dieser Berechnung Abstand genommen worden.

In gleicher Weise wie bei dem vorliegenden Riegel sind bei allen übrigen die Abmessungen ermittelt worden; hinsichtlich der Stehblechstärken ist jedoch noch zu erwähnen, dafs für die Riegel, welche die Luftkammern von einander trennen, andere Annahmen für die Belastung durch den unmittelbaren Wasserdruck gemacht werden konnten, als bei allen anderen Riegeln. Wenn eine Luftkammer mit Wasser gefüllt werden mufs, dann wird man nach deren vollständiger Füllung die Verbindung mit dem Aufsenwasser abschliefsen und durch Ablassen eines kleinen Theiles ihres Wasserinhaltes nach dem Pumpensumpf im Einsteigeschacht dafür sorgen, dafs der die betreffende Kammer nach oben abgrenzende Riegel überhaupt keinen unmittelbaren Wasserdruck mehr erhält, während der untere Riegel nur durch eine Wassersäule, die eine Höhe gleich der Riegelentfernung hat, belastet wird. In entsprechender Weise wird man verfahren, wenn eine der kleinen Wasserkammern zwischen dem Einsteigeschacht und der Wendesäule entleert werden mufs. Da das Füllen von Luftkammern und das Entleeren von Wasserkammern stets nur dann vorgenommen werden wird, wenn das betreffende Thor geöffnet ist oder nur einen geringen Wasserüberdruck auszuhalten hat, sodafs während dieser Mafsnahmen in den Stehblechen keine grofsen Spannungen auftreten werden, so konnten die Stehbleche der drei in Frage kommenden Riegel verhältnifsmäfsig schwächer gemacht werden als bei allen übrigen Riegeln. Zu weit durfte damit jedoch nicht gegangen werden, da einmal die Aufsenhaut einer Luftkammer so beschädigt werden kann, dafs sich die Kammer mit Wasser füllt, und da ferner der Fall wohl denkbar ist, dafs infolge einer Unachtsamkeit der Schleusenwärter die Verbindung der Luftkammer mit dem Aufsenwasser doch geöffnet bleibt. Die Blechstärken wurden so gewählt, dafs in solchem Falle die Beanspruchung unter 1600 kg bleibt, also das Eintreten von bleibenden Formänderungen der Riegelstehbleche auch dann noch ausgeschlossen ist. Die bezügliche Berechnung hat ergeben, dafs die Stärke der Stehbleche der drei Riegel 15, 14 bezw. 13 mm betragen mufs. Die Wasserkammern oberhalb der Luftkammerdecke müssen mit dem Aufsenwasser in steter Verbindung stehen; wenn also eine derselben entleert ist, dann erhalten die beiden sie begrenzenden Riegel den ihrer Lage unter dem jeweiligen Wasserspiegel entsprechenden Druck, und deshalb wurden ihre Stehbleche für eine höchste Beanspruchung von 1200 kg berechnet.

2. Die Ebbethore der Schleusen in Brunsbüttel und Holtenau.

(Hierzu die Abbildungen auf Bl. 29 u. 30.)

Die Länge der Ebbethorflügel ist genau so grofs wie die der Fluththore, die Höhe konnte jedoch erheblich geringer angenommen werden, weil die vor den geschlossenen Thoren auftretenden höchsten Wasserstände sowohl in Brunsbüttel wie in Holtenau die Höhenlage + 20,27 nicht überschreiten können. Bei diesem Verhältnifs der Thorlänge zur Thorhöhe schien es zweckmäfsig, das Thorgerippe der Ebbethore aus lothrechten Ständern zu bilden, die sich einerseits gegen einen oberen wagerechten Riegel und anderseits gegen den Drempel stützen. Demgemäfs bestehen die Ebbethore im wesentlichen aus

1. einem Rahmen, gebildet aus einem oberen und einem unteren Riegel, einer Wendesäule und einer Schlagsäule, welche letztere sich von den Mittelständern nur durch eine geringere Breite unterscheidet,

2. acht senkrechten Ständern, welche die wagerechte Entfernung zwischen Wende- und Schlagsäule in neun gleiche Felder theilen,

3. der Thorhaut mit ihren Aussteifungen und

4. einer wagerechten Versteifungswand, die das Thor-Innere in Verbindung mit den Ständern in eine gröfsere Anzahl von Abtheilungen theilt.

Der beim Schleusenbetriebe auf die Thore wirkende Wasserüberdruck wird von der dem höheren Wasserstande zugekehrten Thorhaut mit Hülfe ihrer Versteifungen auf die senkrechten Ständer übertragen und von diesen aus theils dem oberen Riegel, theils vermittelst des unteren Riegels dem Drempelmauerwerk zugeführt. Dabei entfällt zwar der gröfsere Theil des Wasserüberdrucks auf das Drempelmauerwerk, immerhin wird aber die Belastung des oberen Riegels ganz erheblich gröfser, als die der einzelnen Riegel z. B. der Brunsbütteler Fluththore, und dementsprechend wird auch die durch den oberen Riegel auf das Schleusenmauerwerk übertragene Stemmkraft viel gröfser als bei den Fluththoren. Die Höhenlage des Riegels mufste in Rücksicht hierauf so gewählt werden, dafs der Stemmdruck mit Sicherheit von dem Schleusenmauerwerk aufgenommen werden kann, anderseits war sie aber auch von der Höhenlage der zur Bewegung der Thorflügel dienenden Zahnstangen abhängig. Wie bereits oben erörtert worden ist, schliefsen bei den vier am Aufsen- oder Binnenhaupt der Schleusen vorhandenen Thorflügeln drei Zahnstangen in gleicher Höhe an, während die vierte Zahnstange um soviel tiefer gelegt ist, dafs die Laufbahnen für die Zahnstangen der beiden zur Mittelmauer gehörigen und von ihr aus bewegten Thorflügel innerhalb dieser Mauer übereinander angeordnet werden konnten. Um das bei der Bewegung der Thorflügel aus der Zahnstangenspannung hervorgehende, auf Verdrehung des oberen Riegels hinwirkende Moment bei allen Thorflügeln möglichst klein zu erhalten, wurden die Anschlüsse für die drei hoch liegenden Zahnstangen ebenso weit über dem obersten Riegel angeordnet wie der Anschlufs der vierten, tief liegenden Zahnstange, unter dem Riegel vorgesehen wurde; der Riegel liegt also genau in der Mitte zwischen den Anschlüssen. Die Höhenlage der unteren Zahnstange mufste in Rücksicht auf die von Zeit zu Zeit nothwendige Besichtigung und die Unterhaltungsarbeiten so gewählt werden, dafs die Stange sowohl in Brunsbüttel wie in Holtenau häufig genug über dem Wasserspiegel zu liegen kommt. Infolge dessen wurde für die Mitte der unteren Zahnstange in Holtenau die Höhenlage + 19,93 angenommen, sodafs sie in Brunsbüttel wegen der um 0,40 m tieferen Lage der Drempel auf + 19,53, d. i. 1 m über dem gewöhnlichen Niedrigwasser

liegt. Hiernach ergab sich für die Mitte des oberen Riegels die Höhe in Brunsbüttel zu + 19,99 und in Holtenau zu + 20,39 m.

Die Grundrifsform der Ebbethore stimmt nicht vollständig mit der der Fluththore überein, hervorgerufen sind die Abweichungen im wesentlichen durch den Fortfall der Stemmleiste an der Wendesäule und die dadurch möglich gewordene einfachere Form dieser Säule. Auch sind die Ebbethore etwas weniger dick, weil die Dichtungsleiste an dem unteren Riegel nicht wie bei den Fluththoren an dem Stehblech des Riegels befestigt ist, sondern auf die Gurtplatte desselben aufgelegt ist, und deshalb der Abstand des Thores vom Drempel vergröfsert werden mufste. Der Mittelpunkt der Wendenische liegt auch bei den Ebbethoren 0,45 m hinter der Flucht der Schleusenmauern, und eine durch den Mittelpunkt gleichlaufend mit dem Drempel gelegte Linie hat 0,45 m Abstand von ihm. Ebenso ist die Ausrundung der Wendenische nach einem Halbmesser von 0,45 m ausgeführt, der sich allerdings dort, wo die Kraftübertragung von dem oberen Riegel und, wie später näher erörtert werden wird, unter Umständen auch von dem unteren Riegel auf das Schleusenmauerwerk erfolgt, auf 0,44 m ermäfsigt.

Der untere Riegel hat nur die von den Ständern auf ihn übertragenen Wasserdruckkräfte an das Drempelmauerwerk zu übermitteln, er brauchte also nicht für die Aufnahme von Biegungsspannungen hergerichtet zu werden und konnte aus



Abb. 185. Querschnitt des unteren Riegels der Ebbethore in der Thormitte. 1 : 25.

einem Blechträger gebildet werden, dessen Gurte mit einer Kopfplatte nur des Anschlusses der Thorhaut wegen versehen wurden. Der Querschnitt des unteren Riegels, wie er in der Thormitte vorhanden ist, ist in der Text-Abb. 185 dargestellt. Die gestrichelten Winkel sind der Dichtungsleiste und der Schutzleiste wegen angebracht worden. Wie aus den Abb. 1, 5, 6, 7 u. 8 Bl. 29 u. 30 zu ersehen ist, hat das Stehblech Aussteifungen erhalten, die zwischen den Ständern aus ⅂-Eisen (N.-Pr. Nr. 14) bestehen und das Stehblech gegen den von unten her wirkenden Wasserdruck sichern. Die ⅂-Eisen sind mit dem Stehblech vernietet, aufserdem aber mittels Anschlufsblechen und lothrechten Winkeln, die bis zu der untersten Reihe der wagerechten Versteifungsträger der Thorhaut hinaufreichen, an die Blechhaut der Thore angeschlossen. Die Gefahr des Ausbauchens der so gebildeten Consolen liegt nicht vor, weil zu solchen Zeiten, wo auf das Riegelstehblech die grofsen Wasserdrucke einwirken, auch nahezu derselbe Druck auf die unteren Theile der Thorhaut zur Geltung kommt. Berechnet mufste das Riegelstehblech mit seinen Aussteifungen für einen Druck werden, der dem höchsten in Brunsbüttel vorkommenden Wasserstande, also der Höhenlage + 25,50, entspricht.

Zwischen den beiden unteren Riegeln zweier zusammengehörigen Thorflügel ist ein kleiner Zwischenraum gelassen, sodafs Stemmkräfte in den Riegeln nicht entstehen können. Um aber auch dann, wenn sich zwischen die Riegel-Enden in dem letzten Augenblick vor dem Anlegen der Thorflügel an den Drempel ein fester Gegenstand einklemmen sollte, den Spurzapfen vor der Einwirkung gröfserer wagerechter Kräfte zu schützen, ist an dem unteren Riegel ein Gleitlager angebracht, das abgesehen von der nur 36 cm betragenden Höhe dieselben Abmessungen hat, wie das am oberen Riegel befindliche, später näher zu beschreibende Stemmdrucklager. An beiden Enden ist das Riegelstehblech durch zwischen die Gurtungswinkeleisen gelegte Platten verstärkt worden. An der Wendesäule, wo das Stehblech besonders stark sein mufs, da es hier unter Umständen das ganze Gewicht des Thorflügels aufzunehmen hat, wurden noch zwei weitere Platten angeordnet, die über die wagerechten Schenkel der Gurtwinkel hinweggreifen, und aufserdem wurde das Stehblech durch eine senkrechte Platte, die an die Blechhaut der Wendesäule mit Winkeleisen angeschlossen ist, kräftig versteift.

Der obere Riegel hat genau dieselbe Grundform wie der untere Riegel, seine Gurtungen mufsten aber erheblich stärker werden, da er sowohl durch den Wasserdruck wie auch durch die Stemmkraft beansprucht wird. Für die Berechnung des Riegels und ebenso für die der Ständer wurde angenommen, dafs vor und hinter den Ebbethoren Wasserstandsunterschiede von 3 m auftreten können. Bei dieser Annahme wurde davon ausgegangen, dafs während der tiefsten Niedrigwasserstände der Elbe im Canal höhere Wasserstände als die normalen nicht auftreten können. Die infolge des Wasserüberdrucks von 3 m Höhe auftretende Belastung des oberen Riegels beträgt für jeden Meter Länge desselben 10 740 kg, und die Stemmkraft ergiebt sich zu 238 000 kg. Die beiden Kräfte erzeugen — ebenso wie bei den Fluththoren — Momente, die einander entgegenwirken, sodafs sich die entstehenden Spannungen gegenseitig zum Theil aufheben. Angesichts der aufserordentlich grofsen, zur Wirkung gelangenden Kräfte mufste Werth darauf gelegt werden, dafs dieses gegenseitige Aufheben der Spannungen in möglichst grofsem Umfange stattfindet. An dem Moment des Wasserdrucks liefs sich nichts ändern, es war durch die Thorflügel-Länge und -Höhe und durch den Wasserstandsunterschied vor und hinter dem Thor gegeben. Ebensowenig war eine Verminderung oder Vergröfserung der Stemmkraft möglich, dagegen liefs sich der Hebelsarm der Stemmkraft und damit ihr Moment innerhalb gewisser Grenzen vergröfsern. Dieses wurde dadurch erreicht, dafs die Stemmkraft selbst möglichst nahe an die Hinterseite und der Schwerpunkt des Riegelquerschnittes möglichst nahe an die Vorderseite des Thores gelegt wurde. Wie bei den Fluththoren findet die Berührung zwischen der Wendenische und dem Thorflügel in einer Cylinderfläche statt, deren Achse mit der Wendesäulenachse zusammenfällt. Infolge dessen mufs die Stemmkraft durch den Mittelpunkt der Wendesäule gehen und trifft den oberen Riegel, wie aus der Text-Abb. 186 ersichtlich ist, in einem Punkt, der von der



Abb. 186. Kraftübertragung am Stemmdrucklager des oberen Riegels.

durch den Mittelpunkt der Wendesäule gleichlaufend zum Drempel gelegten Linie einen Abstand von 14,2 cm hat.

Der Querschnitt des oberen Riegels in der Thormitte ist in der Text-Abb. 187 dargestellt. Infolge der Anordnung von fünf Gurtplatten auf der dem höheren Wasserstande zugekehrten Riegelseite gegenüber nur einer Platte an der anderen Gurtung liegt der Schwerpunkt des Riegelquerschnittes erheblich aufserhalb der Mitte des Stehbleches und dadurch wird der Hebelsarm der Stemmkraft bis auf 65,2 cm gebracht. Das von dem Wasserdruck hervorgerufene Biegungsmoment ist in der Riegelmitte gleich rund 26426000 kg·cm, das Biegungsmoment der Stemmkraft ist gleich 14738000 kg·cm, das resultirende Moment beträgt demnach nur noch 26426000 — 14738000 = 11658000 kg·cm, also weniger als die Hälfte des durch den Wasserdruck erzeugten Momentes.

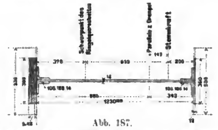


Abb. 187.
Querschnitt des oberen Riegels der Ebbethore im mittleren Theil der Thorflügel. 1 : 25.

Nach den Riegel-Enden zu nimmt das aus dem Wasserdruck entstehende Biegungsmoment ab, deshalb konnte auch die Zahl der Gurtplatten auf der Aufsenseite des Thores nach den Enden zu vermindert werden. Anderseits mufste der dem Drempel zugekehrte Gurt an den Thor-Enden durch Anordnung einer zweiten Gurtplatte verstärkt werden, da hier durch die Stemmkraft und durch das Moment der Stemmkraft Druckspannungen hervorgerufen werden, die den Gurt zu stark beansprucht haben würden, wenn er nicht verstärkt worden wäre. In der Nähe der Schlagsäule und der Wendesäule haben beide Riegelgurte je zwei Gurtplatten, aufserdem ist hier auch das Stehblech durch je zwei zwischen die Gurtwinkel und je zwei auf die wagerechten Schenkel der Gurtwinkel gelegte Bleche verstärkt worden, wie aus den Abb. 1, 2 u. 3 auf Bl. 29 u. 30 und den Abb. 9 bis 12 daselbst, die die Anordnung im einzelnen zeigen, ersichtlich ist. In dem mittleren Theil der Riegellänge hat das Stehblech besondere Aussteifungen nicht erhalten, weil es durch die Anschlufswinkel der Ständer in genügendem Mafse ausgesteift ist. Die unmittelbare Belastung des Stehbleches durch das Gewicht der bei hohen Wasserständen auf ihm ruhenden Wassermenge ist bei gewöhnlichem Thorbetriebe gleich Null, da das Thor-Innere ebenso wie bei den Fluththoren mit Ausnahme der später zu beschreibenden Luftkammer mit Wasser gefüllt ist. Sollte aber wegen Instandsetzungsarbeiten eine theilweise Entleerung des Thor-Inneren stattgefunden haben, und während dieser Zeit in der Elbe eine Sturmfluth eintreten, deren Wasserstand die Höhe + 25,50 erreicht, dann würde nach den angestellten Berechnungen die Beanspruchung des Stehbleches doch nur 1243 kg·qcm erreichen und auch das nur, wenn die äufseren Fluththore aus irgend einem Grunde nicht geschlossen werden können, sodafs der Wasserspiegel in der Schleuse mit der Sturmfluthhöhe übereinstimmt. Bei einem Wasserstande von + 22,50, wie er beim Schleusenbetriebe vorkommen kann, beträgt die Beanspruchung des Stehbleches nur 565 kg statt der bei den Berechnungen der Thortheile zugelassenen 900 kg.

Die Wendesäule (Text-Abb. 188) ist aus drei Blechen und einem lothrechten, als Blechträger ausgebildeten Ständer zusammengesetzt. Die Bleche sind 12 mm stark, das gekrümmte Blech ist nach einem äufseren Halbmesser von 410 mm gebogen, der Krümmungsmittelpunkt fällt mit dem Mittelpunkt der Wendenische zusammen. Unter einander sind die Bleche mittels doppelter Nietreihen verbunden. Die untersten Gurtbleche des oberen Riegels stofsen stumpf gegen die beiden ebenen Bleche, während die zweiten Gurtbleche über die Stöfse hinweg bis an das gekrümmte Seitenblech herangeführt sind. Bei dem untersten Riegel stofsen die Gurtplatten stumpf gegen die ebenen Bleche der Wendesäule. Im Inneren der Säule laufen gebogene Winkeleisen von 75 · 75 · 10 mm Stärke von dem Ständer an den Blechen entlang bis wiederum zum Ständer. Diese Winkeleisen haben im unteren Theil des Thores 50 cm, im oberen Theil 55 cm Entfernung von einander. Sie sind an dem Uebergang von den ebenen Platten zu der gebogenen Platte durch 10 mm starke, mit ihnen vernietete Bleche ausgesteift und durch eben so starke Anschlufsbleche mit den wagerechten Versteifungswinkeln des Ständers verbunden. Etwa 800 mm unter dem oberen Riegel und ebenso weit über dem unteren Riegel haben die drei Bleche der Wendesäule je einen gemeinsamen Stofs, während der Ständer von dem oberen bis zu dem unteren Riegel ungestofsen durchgeht. Der Theil der Wendesäule zwischen diesen beiden Stöfsen kam einschliefslich der überragenden Enden des Ständers in einem Stück vollständig fertig vernietet auf die Baustelle. Die über dem oberen Stofs liegenden Theile der drei Bleche waren mit dem oberen Riegel, die unter dem unteren Stofs liegenden Theile derselben mit dem unteren Riegel zusammen im Werk vernietet worden, sodafs sich die auf der Baustelle an der Wendesäule ausgeführte Nietarbeit auf die Stöfse der drei Platten und die Verbindung der überstehenden Theile des Ständers mit den ebenen Platten und den wagerechten Winkeln an den Riegeln beschränkte.

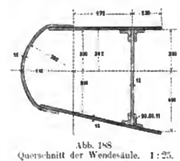


Abb. 188
Querschnitt der Wendesäule. 1 : 25.

Sämtliche Ständer, einschliefslich des zur Wendesäule gehörigen und des die Schlagsäule bildenden Ständers, sind als Blechträger ausgebildet. Die im mittleren Theil der Thorflügel liegenden Ständer haben 10 mm starke Stehbleche und aus Winkeln von 90 · 90 · 9 mm und Deckplatten von 300 mm Breite und 12 mm Stärke gebildete Gurtungen erhalten (Text-Abb. 189). Die beiden, den Einsteigeschacht begrenzenden Ständer sind jedoch im Stehblech 13 mm stark. Die Ständer zwischen den abgeschrägten Theilen der Riegel

haben 330 mm breite Gurtplatten erhalten. Der Querschnitt der Schlagsäule ist in der Text-Abb. 190 dargestellt. Mit Ausnahme der Schlagsäule haben sämtliche Ständer in den Gurten nur eine Deckplatte, die Schlagsäule hat jedoch in ihrer ganzen Länge in jedem Gurt aufser der breiten Platte, an welche die Thorhaut angeschlossen ist, noch zwei weitere Gurtplatten erhalten. Diese Platten sind in der Mitte des Ständers nothwendig, weil dort sonst die Beanspruchungen des Materials aus dem durch den Wasserüberdruck hervorgerufenen Biegungsmoment zu grofs werden würden; sie sind vom oberen bis zum unteren Riegel durchgeführt, um die Seitensteifigkeit der Schlagsäule zu erhöhen. Die Verbindung der Schlagsäule mit dem oberen Riegel ist aus Abb. 11 u. 12 Bl. 29 u. 30 ersichtlich. Der untere Riegel stöfst stumpf gegen die Schlagsäule. Diese geht mit Ausnahme der in der Text-Abb. 190 mit a bezeichneten beiden Winkel bis zur Unterkante des Riegels durch. Die beiden Winkel a sind über die Gurtwinkel auf der Oberseite des Riegels hinweg gekröpft und endigen dann. Die Verbindung der Stehbleche des Riegels und der Schlagsäule wird durch zwei wagerechte Winkeleisen, die mit beiden Blechen vernietet sind, bewirkt. Die Abb. 5 u. 6 Bl. 29 u. 30 geben hierüber Aufschlufs.

Abb. 189. Wagerechter Schnitt durch einen mittleren Ständer. 1:25.

Die Blechbekleidung des Thores ist auf beiden Seiten gleich stark. Sie besteht aus einzelnen Blechtafeln mit lothrechter Längserstreckung, die an den Langseiten mittels einreihiger Vernietung an die Gurtplatten der Ständer angeschlossen sind; nur an der Wendesäule und an der Schlagsäule ist die Befestigung mit zwei Nietreihen bewirkt. Die Bleche sind einmal gestofsen, sie haben im unteren Theil der Thore 13 mm, im oberen 11 mm Stärke. Zur Aussteifung der Thorhaut dienen ⅂-Eisen, die durch Anschlufsbleche mit an der Blechwand der Ständer angebrachten wagerechten Winkeleisen verbunden sind. (Text-Abb. 189.) Die acht unteren ⅂-Eisen haben 500 mm Abstand von einander und 16 cm Höhe, die oberen ⅂-Eisen 550 mm Abstand und 14 cm Höhe. Die Stärke der Blechhaut ist in derselben Weise berechnet worden wie bei den Fluththoren. Die Spur- und Halslager stimmen mit denen an den Fluththoren derart überein, dafs sich ein weiteres Eingehen auf diese Theile erübrigt. Der Stemmdruck wird auf die Wendenische durch einen an der Wendesäule in Höhe des oberen Riegels angebrachten Stahlkörper übertragen. Derselbe ist in den Abb. 1, 9 u. 10 Bl. 29 u. 30 dargestellt und so bemessen, dafs die Pressung des Granits der Nische 60 kg/qcm beträgt. In Höhe des unteren Riegels ist ein ähnlicher

Abb. 190. Querschnitt der Schlagsäule. 1:25.

Körper angebracht, dessen Bestimmung bereits oben angegeben ist. An der Schlagsäule und dem oberen Riegel ist der in den Text-Abb. 191 und 192 dargestellte Stemmdruckkörper angebracht. Er besteht aus Stahl und legt sich mit seinen sorgfältig behobelten Flächen gegen die ebenfalls sauber abgefrästen Flächen des verstärkten Riegelstehbleches. An diesem Körper befindet sich auch ein Auge für den Anschlufs der Schutzkette, die bei den Ebbethoren ebenso vorhanden ist, wie bei den Fluththoren.

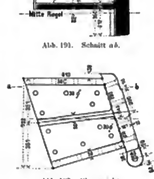


Abb. 191. Schnitt ab.

Abb. 192. Oberansicht.

Stemmlager an der Schlagsäule. 1:25.

In der Höhenlage + 14,487 für Brunsbüttel und dementsprechend + 14,887 für Holtenau ist zwischen die Thorhaut und die Ständer eine aus gekümpelten Blechen gebildete wasserdichte Trennungswand eingebaut. Diese Wand ist zwischen zwei Ständern mit einer grofsen Durchbrechung versehen, und der von diesen Ständern und den zugehörigen Blechen der Thorhaut eingeschlossene Raum dient als Einsteigeschacht. Der unterhalb der Zwischenwand von dem Einsteigeschacht nach der Schlagsäule zu gelegene Theil des Thor-Innern soll während des gewöhnlichen Thorbetriebes mit Luft gefüllt sein, und als Luftkammer genau in derselben Weise wirken, wie es oben bei den Fluththoren eingehend erläutert worden ist. Die übrigen, aufserhalb des Einsteigeschachtes gelegenen Räume des Thor-Innern werden dagegen auch bei den Ebbethoren bis zur Höhe des hinter dem geschlossenen Ebbethor jeweilig vorhandenen Wasserstandes mit Wasser gefüllt sein. Die wagerechte Zwischenwand ist in derselben Weise wie der untere Riegel gegen den auf sie wirkenden Wasserdruck ausgesteift. Die Stehbleche der beiden den Einsteigeschacht begrenzenden Ständer können denselben Wasserdruck erhalten wie die Hautbleche und sind gegen ihn in gleicher Weise wie diese gesichert. In jedem Ständer sind in einiger Höhe über dem unteren Riegel und der wagerechten Zwischenwand Mannlöcher angeordnet. Die vom Einsteigeschacht nach den vier, durch den Schacht und die wasserdichte Zwischenwand gebildeten Abtheilungen des Thor-Innern führenden Mannlöcher können durch Deckel geschlossen werden, die genau so eingerichtet sind wie bei den Fluththoren, die übrigen haben jedoch keine Deckel erhalten.

Im Einsteigeschacht, der durch eine von oben bis zum unteren Riegel durchgehende Steigeleiter zugänglich gemacht ist, sind die Vorrichtungen zum Füllen und Entleeren der vier Abtheilungen des Thor-Inneren untergebracht. Zum Füllen der oberhalb der wagerechten Zwischenwand links bezw. rechts vom Schacht gelegenen beiden Kammern dient je ein gekrümmtes Rohr, das einerseits an dem an dieser Stelle der Lichtweite des Rohres entsprechend durchbohrten Stehblech des den Einsteigeschacht begrenzenden Ständers und anderseits an der ebenfalls durchbohrten, hinteren Thorhaut befestigt ist. Die Rohre haben 120 mm lichten Durch-

messer erhalten und können durch eingebaute Schieberventile abgesperrt werden. Die Wasserkammer unterhalb der wagerechten Zwischenwand und ebenso die Luftkammer können nur mittelbar mit Wasser gefüllt werden. Für das Füllen der Wasserkammer ist in der Zwischenwand ein Kegelventil angeordnet, das mittels eines bis über den oberen Riegel reichenden Gestänges geschlossen und geöffnet werden kann. Zum Füllen der Luftkammer ist zwischen die Rohrleitungen, die zum Entleeren der Luftkammer und der über ihr liegenden Wasserkammer dienen, ein gewöhnlich durch einen Hahn verschlossenes Verbindungsrohr eingelegt. Sobald der Hahn geöffnet wird, tritt das Wasser aus der Wasserkammer in die Luftkammer über. Zum Entleeren des Thor-Innern ist in dem Einsteigeschacht ein genau ebenso wie bei den Fluththoren angeordneter Wasserheber aufgestellt. Die Abb. 1 Bl. 29 u. 30 zeigt denselben einschliefslich aller Rohrleitungen. Die Saugeleitung des Wasserhebers gabelt sich dicht unterhalb des Pumpenkörpers in vier Zweige, die nach dem Pumpensumpf des Einsteigeschachtes, nach dem Boden der unteren Wasserkammer, nach dem Boden der Luftkammer und viertens nach dem Boden der oberen Wasserkammer zwischen Einsteigeschacht und Schlagsäule führen. Die obere, zwischen der Wendesäule und dem Einsteigeschacht liegende Wasserkammer hat also keinen Anschlufs an den Wasserheber erhalten. Dicht vor dem Körper, in dem sich die vier Zweigleitungen vereinigen, ist in jede einzelne dieser Leitungen ein Hahn eingebaut. Die Ausgufsleitung mündet oberhalb des oberen Riegels auf der Rückseite des Thores aus, die Zuführung des Druckwassers zu den Thoren ist genau so ausgebildet wie bei den Fluththoren. Der untere Riegel und die wagerechte Zwischenwand sind mit einer Betonschicht abgedeckt, deren Oberfläche Gefälle nach dem zugehörigen Pumpensumpf und dem Abflufsrohr hat. Das Abströmen der Luft beim Anfüllen der Kammern mit Wasser, sowie das Einströmen derselben beim Entleeren der Kammern erfolgt für jede Kammer durch ein im lichten 60 mm weites verzinktes Eisenrohr, das an die Decke der betreffenden Kammer, also entweder die wagerechte Zwischenwand oder den oberen Riegel angeschlossen und nach der Rückseite des Thores geführt ist.

Die Lüftung der Kammern geschieht wie bei den Fluththoren mit Hülfe eines auf dem obersten Riegel aufgestellten Wasserstrahl-Ventilators. Die zugehörigen Saugeleitungen sind an diejenigen Räume der vier Kammern angeschlossen, die vom Einsteigeschacht am weitesten entfernt liegen. Die Anordnung der vier Leitungen auf dem oberen Riegel und ihr Anschlufs an den Ventilator ist aus der Abb. 2 Bl. 29 u. 30 zu ersehen. Um den aus dem Einsteigeschacht in die Kammern eintretenden Luftstrom zu zwingen, die Räume zwischen den Ständern in ihrer vollen Ausdehnung zu durchströmen, sind an den Mannlöchern einzelner Ständer Verschlufsklappen und möglichst nahe unter der Decke der Kammern kreisförmige Löcher in den Stehblechen dieser Ständer angebracht.

Der Anschlufs der Zahnstangen an die Thorflügel hat im wesentlichen dieselbe Anordnung erhalten wie bei den Fluththoren, jedoch mufsten für die oberhalb des oberen Riegels angreifenden Zahnstangen auf diesem Riegel kräftige Consolen geschaffen werden. Diese Consolen sind kastenförmig ausgebildet und in derselben Anordnung auch über dem Einsteigeschacht hergestellt worden. Sie bestehen aus lothrechten, an die unterste Platte des Zuggurtes und des Druckgurtes des oberen Riegels angeschlossenen Blechen, aus zu diesen senkrecht und zwar genau in der Verlängerung der in Frage stehenden Ständer liegenden Blechen und einem wagerechten Deckblech. Die Bleche sind unter sich und mit dem Thor durch Winkeleisen verbunden. Derjenige Theil des so gebildeten Kastens, der über dem Einsteigeschacht liegt, ist wasserdicht hergestellt, sodafs er die Fortsetzung dieses Schachtes bildet und damit den Schacht auch bei Wasserständen zugänglich macht, bei denen der obere Riegel überfluthet ist. Um den auf den Thorflügeln angeordneten Steg in einer Höhe auch über den Kasten hinweg führen zu können, ist auf der Rückseite der Thorflügel das dortige senkrechte Blech des Kastens einerseits bis zur Wendesäule und anderseits bis zur Schlagsäule durchgeführt und mit einem wagerechten Winkeleisen gesäumt worden. Auf der Vorderseite des Thores bestehen die Unterstützungen des Steges aus Winkeleisen, die bei jedem Ständer angeordnet und mittels Anschlufsblechen an die unterste Gurtplatte des oberen Riegels angeschlossen sind. Diese Winkeleisen sind bis über den Bohlenbelag des Steges hinausgeführt und bilden die Pfosten des Thorgeländers. Auf der Rückseite des Thores sind gleiche Winkel an die oben erwähnte Blechwand angenietet. Der Bohlenbelag des Steges besteht aus eichenen Querhölzern von 6,5 cm Stärke und eben solchen Längsbohlen von 4,5 cm Stärke. An den Geländerpfosten sind zu beiden Seiten des Steges Stofsbretter angebracht. Die Handleisten des Geländers bestehen aus schmiedeeisernen Sloderohren.

Die Oberkante des Steges liegt in Holtenau auf der Höhe + 21,34, während sowohl das Aufsenhaupt wie das Binnenhaupt auf der Höhe + 23,77 liegt. Die Thornischen sind in Holtenau mit einer später zu beschreibenden, 22 cm hohen Abdeckung versehen, deren Vorderkante in der Flucht der Schleusenmauern liegt. Zur Ueberwindung des Höhenunterschiedes zwischen dem Thorsteg und den Häuptern dient eine im Verhältnifs 6 : 5 geneigte, über der Wendesäule jedes Thorflügels aufgestellte Treppe, wie aus der Abb. 1 Bl. 29 u. 30 zu ersehen ist. Die Treppe hat einen ziemlich grofsen Absatz, der bei geöffnetem Thor unter der Nischenabdeckung Platz findet. Die Oberkante des Treppenabsatzes liegt auf der Höhe + 23,37; der Höhenunterschied zwischen dem Absatz und der Nischenabdeckung beträgt daher 40 cm. Da diese Höhe nicht gut durch eine einzige Steigung bewältigt werden kann, so liegt auf dem Absatz noch eine 15 cm hohe, leicht wegnehmbare Holzstufe. In dieser Holzstufe besteht der einzige Unterschied zwischen den Ebbethoren der beiden Schleusen in Holtenau und Brunsbüttel. In Brunsbüttel liegt der Treppenabsatz auf der Höhe + 22,97, während das Schleusenmauerwerk auf + 23,0 liegt. Auch hier ist eine Nischenabdeckung hergestellt worden, dieselbe erstreckt sich aber nicht über die ganze Thornische, sondern reicht nur bis zu einer Entfernung von 1,95 m vom Wendenischen-Mittelpunkte. Von da ab ist die übrig bleibende Nischenfläche mit einer Riffelplatte abgedeckt, die theils auf die Nischenabdeckung, theils auf ein in das Schleusenmauerwerk eingelassenes Winkeleisen aufgeschraubt ist. Unter diese Riffelplatte legt sich der Treppenabsatz mit einem Spielraum von etwa 2 cm.

Stemmleisten sind an den Ebbethoren nicht vorhanden, dagegen befindet sich an dem unteren Riegel, sowie an der Schlag- und Wendesäule je eine Dichtungsleiste. Zwischen den Leisten an den Schlagsäulen zweier zusammengehörigen Thorflügel ist ein nach unten zu sich bis auf 1 cm erweiternder keilförmiger Spalt gelassen, damit ein Stemmen zwischen den beiden Leisten vermieden wird. Durch diesen Spalt spritzt allerdings etwas Wasser, wenn die Thore unter einseitigem Wasserüberdruck geschlossen sind, hiergegen lagen aber unter den obwaltenden Umständen keinerlei Bedenken vor. Auf der Vorderseite des unteren Riegels und an beiden Gurtungen des oberen Riegels sind aufserdem eichene Schutzleisten angebracht. Die Leisten auf der Vorderseite des Thores dienen zur Begrenzung der Bewegung beim Einfahren der Thorflügel in die Nischen, sie erstrecken sich nur über den mittleren Theil des Thores. Die Leiste auf der Rückseite geht von der Wendesäule bis zur Schlagsäule durch und ist so stark gewählt, dafs ihre Aufsenfläche in der Flucht der Schleusenmauern liegt, wenn die Thorflügel in die Nischen gedreht sind.

3. Die Sperrthore der Schleusen in Brunsbüttel und Holtenau.

(Hierzu die Abbildungen auf Bl. 31 und 32.)

Wie bereits im Eingang zu diesem Abschnitt gesagt worden ist, sollen die Sperrthore es ermöglichen, dafs trotz einer in den geöffneten Schleusen herrschenden Strömung zum Schleusen mit den Fluth- oder Ebbethoren übergegangen werden kann. Diese Thore können in der Strömung nicht geschlossen werden, weil die dabei auf sie einwirkenden Kräfte so grofs werden würden, dafs selbst bei Anwendung ganz ungewöhnlich starker und für den regelmäfsigen Schleusenbetrieb viel zu schwerer Bewegungsvorrichtungen die Betriebssicherheit der Thore in hohem Grade gefährdet sein würde. Um die Fluth- und Ebbethore ohne Gefahr schliefsen zu können, mufs daher zunächst die Strömung in der Schleuse aufgehoben werden, und diesem Zweck dienen die Sperrthore. Sie haben nur diese eine Aufgabe zu erfüllen und konnten deshalb in allen ihren Theilen dieser Aufgabe entsprechend eingerichtet werden.

Ueber die Kräfte, welche beim Schliefsen von Thoren mit einer oder gegen eine Strömung auf die Thore einwirken, und über die Veränderungen des Wasserstandes, die durch die Absperrung des Durchströmungsquerschnittes in dessen Nähe hervorgerufen werden, lagen bei Beginn der Entwurfarbeiten für die Schleusen in Brunsbüttel und Holtenau keine Erfahrungen vor. Deshalb wurden Versuche mit den Ebbethoren der an der Elbe gelegenen Auslafsschleuse des bereits mehrfach erwähnten Bütteler Canals angestellt. Diese Versuche, die in den Jahren 1887 und 88 ausgeführt und rechnerisch durchgearbeitet wurden, zeitigten zwar unmittelbar verwerthbare Ergebnisse nicht, sie lieferten jedoch vielfach werthvolle Aufklärungen über die in solchen Fällen auftretenden Verhältnisse. Für die Anordnung der Sperrthore und ihrer Bewegungsvorrichtungen wurden besonders zwei der bei den Versuchen gesammelten Erfahrungen benutzt, nämlich:



Abb. 193. Sperrthore der Schleusen in Holtenau.

1. Je schneller eine Durchströmungsöffnung vollständig abgesperrt wird, desto höher läuft das auf den Verschlufs zufliefsende Wasser vermöge der ihm innewohnenden lebendigen Kraft an dem Verschlufs auf, und zwar erreicht es dabei eine Höhe, die erheblich gröfser ist als diejenige, die dem durch die Absperrung verursachten ruhigen Anwachsen entspricht. Vor dem Verschlufs bildet sich eine Art stehender Welle, die sich nach rückwärts fortpflanzt und erst nach einiger Zeit durch den allmählich erfolgenden Wasserzuflufs verschwindet. Hinter dem Verschlufs tritt zugleich eine Senkung des Wasserstandes ein, die eine Folge davon ist, dafs das Wasser hier auch nach dem Abschlufs der Durchströmungsöffnung noch weiter fliefst. Auf die Bewegungsvorrichtungen des Verschlusses wird schon kurz nach dem Beginn der Verminderung des Durchströmungsquerschnittes eine erhebliche Kraft ausgeübt, die dann stetig, anfangs langsamer, gegen Ende rascher zunimmt und im Augenblick des vollständigen Abschlusses ihren Höchstwerth erreicht.

2. Erfolgt die Absperrung eines Durchströmungsquerschnittes nicht vollständig, weil in dem Verschlufs Oeffnungen sind, die einem Theil des Wassers den Durchgang auch während des Schliefsens gestatten, dann wirken auf die Bewegungsvorrichtungen ganz erheblich geringere Kräfte ein.

Auf Grund dieser Erfahrungen wurden die Sperrthore, wie die nach einer photographischen Aufnahme der Holtenauer

Schleuse hergestellte Text-Abb. 193 zeigt, mit möglichst grofsen Schützöffnungen versehen, die während des Schliefsens der Thore frei sind und erst dann, wenn die Thore bereits am Drempel liegen, durch Schützen geschlossen werden, die während der Bewegung der Thore hinter dem unteren vollwandigen Theile derselben liegen und nach dem Schliefsen der Thore durch Maschinenkraft mit Hülfe von Ketten in die Höhe gezogen werden.

Für die Bestimmung der Lage der Schützöffnungen in der Thorfläche waren die folgenden Erwägungen mafsgebend. Das durch die Schleusen strömende Wasser übt auf die Thore während ihrer Bewegung einen Stofsdruck aus, der mit der zunehmenden Geschwindigkeit des Wassers zunimmt und mit der zunehmenden Geschwindigkeit des Thores abnimmt. Setzt man im ganzen Schleusenquerschnitt überall die gleiche Wassergeschwindigkeit voraus, dann wird der Stofsdruck nahe der Wendesäule am gröfsten, weil sich hier das Thor am langsamsten bewegt, und nimmt nach der Schlagsäule zu immer mehr ab. Der auf das Thor ausgeübte Stofsdruck würde also — abgesehen von dem Moment

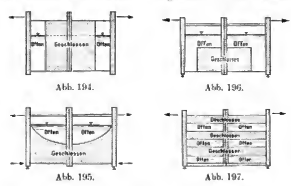


Abb. 194. Abb. 196.
Abb. 195. Abb. 197.

des Stofsdruckes — bei einer bestimmten Wassergeschwindigkeit und einer bestimmten Winkelgeschwindigkeit des Thores am kleinsten werden, wenn die Schützöffnungen der Wendesäule möglichst nahe, also nach der Text-Abb. 194 angeordnet werden. Nun ist aber die Wassergeschwindigkeit in dem Schleusenquerschnitt keineswegs überall gleich, vielmehr ist sie in der Mitte der Schleuse etwas unter der Oberfläche am gröfsten und nimmt sowohl nach dem Kammerboden, als auch nach den Schleusenwänden zu ab. Die Rücksicht auf die Wassergeschwindigkeit allein würde also eine Anordnung der Schützen nach der Text-Abb. 195 erfordern, während bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Wasser- und der Thorgeschwindigkeit eine Vertheilung der Schützöffnungen nach Mafsgabe der Text-Abb. 196 vortheilhaft erscheinen würde. Diese letztere Anordnung bietet schon für die Ausführung schwer zu überwindende Unbequemlichkeiten, aufserdem durfte aber nicht aufser Acht gelassen werden, dafs die Wassergeschwindigkeit verhältnifsmäfsig grofs ist und, wie bereits auf Seite 255 des Jahrgangs 1896 dieser Zeitschrift unter Fall 3 angegeben ist, nach den Berechnungen bis auf annähernd 1 m ansteigt, während die Winkelgeschwindigkeit des Thores, besonders kurz vor dem Anschlagen an den Drempel, nur klein sein darf. Es mufste also bei der Anordnung der Schützöffnungen allein der Gröfse des Stofsdruckes wegen mehr auf die Wassergeschwindigkeit als auf die Thorgeschwindigkeit Rücksicht genommen werden. Da aber die Beanspruchung der Bewegungsvorrichtungen nicht nur von der Gröfse des Stofsdruckes, sondern vielmehr von dem Moment dieses Druckes abhängig ist und dieses desto gröfser wird, je weiter die geschlossene Thorfläche von der Wendesäule entfernt ist, so verbietet dieser Umstand geradezu die Verlegung der Schützöffnungen in die Nähe der Wendesäule und läfst die Anordnung der Oeffnungen in einer der Text-Abb. 195 ähnlichen Form als zweckmäfsig erscheinen.

Eine weitere Frage war noch die, ob es sich empfahl, die Gesamtöffnung der Schützen etwa nach der Text-Abb. 197 in mehrere Theile zu zerlegen. Es durfte angenommen werden, dafs sich bei dieser Anordnung der Stofs des Wassers vermindern würde, weil das Wasser nach verschiedenen Richtungen ausweichen kann. Anderseits aber war vorauszusetzen, dafs sich die Contraction in den kleineren Oeffnungen vermehren würde, und dafs selbst bei gleicher Gröfse der Schützenfläche eine Verringerung der durch die Oeffnungen abfliefsenden Wassermenge und somit eine Vermehrung des am Thor entstehenden Aufstaues eintreten würde. Wie später nachgewiesen werden wird, ist aber der durch den Aufstau auf die Thore ausgeübte hydrostatische Druck ganz erheblich gröfser als der hydraulische Stofsdruck, und deshalb mufste in erster Linie dafür Sorge getragen werden, dafs der hydrostatische Druck nicht unnütz vergröfsert wird, ganz abgesehen davon, dafs infolge der vermehrten Contraction weniger Wasser durch die Schützöffnungen abfliefst, also mehr Wasser zum Stofs kommt und damit auch der hydraulische Druck eine Vermehrung erfährt. Aufserdem sprechen aber auch noch Bedenken wegen der Beanspruchung und der Dichthaltung der Thore gegen die Theilung der Schützöffnungen in eine Anzahl wagerechter Streifen. Bei dem niedrigsten Wasserstande, der in Brunsbüttel die Höhenlage + 16,61 hat, würde ein erheblicher Theil der zwischen den Schützöffnungen befindlichen Schwimmkasten über dem Wasserspiegel liegen, damit ihren Auftrieb einbüfsen und einen erheblichen Wechsel in der Beanspruchung der einzelnen Thortheile herbeiführen. Diese wechselnden Beanspruchungen würden aber besonders auf die Dichtigkeit der Schwimmkasten von sehr ungünstigem Einflufs sein.

Alle diese Erwägungen führten dazu, den Sperrthoren die aus der photographischen Aufnahme (Text-Abb. 193) ersichtliche und in der Text-Abb. 198 dargestellte Form zu geben, bei der sämtliche Schützöffnungen über einem einheitlichen Schwimmkasten zu einer Oeffnung vereinigt sind, die nur durch die auch zur Führung und Unterstützung der Schütztafeln dienenden lothrechten Ständer getheilt ist. Da die Schützen zum Verschliefsen dieser Oeffnungen nach oben gezogen werden, so ist ein Einklemmen von Eisschollen oder sonstigen treibenden Gegenständen vollständig ausgeschlossen, weil diese von dem oberen Schützenrande in die Höhe genommen werden, sodafs sie von selbst abgleiten. Ein fernerer Vortheil dieser Anordnung besteht darin, dafs sich der Auftrieb mit dem wachsenden Wasserstande nur unerheblich ändert, weil dabei

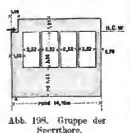


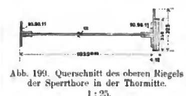
Abb. 198. Gruppe der Sperrthore.

außer den Ständern nur eine etwas größere Länge der Wende- und Schlagsäule eingetaucht wird, während der untere, ebenso wie die Säulen mit Luft gefüllte Schwimmkasten stets unter Wasser liegt, und der obere, über dem oberen Riegel gelegene Kasten sich je nach dem äußeren Wasserstande mit Wasser füllt oder entleert. Dieser obere Kasten dient als Schwimmkasten nur dann, wenn ein Thorflügel ausgewechselt und nach der Werkstatt geschafft wird. Der Eintritt des Wassers in den oberen Kasten erfolgt durch die Oeffnungen, die für den Durchgang der Ketten, mit denen die Schützen gehoben und gesenkt werden, in dem Stehblech des oberen Riegels und der einen Blechwand des Kastens angeordnet sind. Diese Oeffnungen sind mit Rothgußeinfassungen versehen, auf die ein Verschlußdeckel aufgeschraubt werden kann.

Das geschlossene Thor bildet, wenn die Schützöffnungen frei sind, ein unvollständiges Wehr, bei dem oben gar keine Contraction stattfindet. Um diese auch unten und an den Seiten soweit wie möglich zu vermindern, ist die obere Begrenzungsfläche des unteren Schwimmkastens entsprechend abgerundet, und die Ständer haben eine Holzverkleidung erhalten, durch die sie Brückenpfeilern mit spitzen Vorköpfen ähnlich geworden sind. Die Spitzen der Vorköpfe sind zum besseren Schutz gegen Eis mit Eisenblech bekleidet. Infolge dieser Anordnungen konnte der Contractions-Festwerth bei der Berechnung der durch die Schützöffnungen abfließenden Wassermengen größer angenommen werden, als sonst zulässig gewesen wäre.

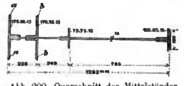
Das Gerippe der Sperrthore ist in ähnlicher Weise wie das der Ebbethore gebildet. Es besteht aus dem oberen Riegel, der Wendesäule, der Schlagsäule, drei lothrechten Ständern und dem unteren Riegel, der auch hier nur die Uebertragung der Kräfte von den Säulen und Ständern auf den Drempel vermittelt. Die Thore für Brunsbüttel und Holtenau sind fast vollständig gleich, der einzige Unterschied besteht darin, daß auf dem oben auf den Thorflügeln befindlichen Laufstege in Brunsbüttel über der Wendesäule noch eine Treppe von vier Stufen angebracht ist, die zur Ueberwindung des Höhenunterschiedes zwischen dem Laufsteg und dem Schleusenmauerwerk bezw. der Abdeckung der Thornische dient. In Holtenau liegen die Oberkanten des Laufsteges und des Schleusenmauerwerks in gleicher Höhe; zur Ueberdeckung des Raumes zwischen dem Ende des Laufsteges und dem Schleusenmauerwerk ist auf den Bohlenbelag des ersteren eine kräftige Riffelblechplatte aufgeschraubt, die bis auf die Abdeckplatten der Schleuse hinüberreicht und über diese während der Bewegung der Thore hinschleift. Der obere Riegel liegt mit seiner Mitte in Brunsbüttel auf der Höhe + 19,99 und dementsprechend in Holtenau auf + 20,39, sodaß die Schützöffnungen auch bei dem höchsten Wasserstande, bei dem die Sperrthore in Benutzung kommen, das ist der Wasserstand von + 20,27 in Holtenau, nach oben hin noch eben frei sind. Sie können infolge dessen durch treibendes Eis nicht leicht versetzt werden. Eine noch höhere Lage des oberen Riegels, die aus diesem Grunde wohl erwünscht gewesen wäre, konnte nicht erreicht werden, weil der Fußboden der im Schleusenmauerwerk ausgesparten Kammern, in denen die Kraftmaschinen und die Antriebsvorrichtungen für die Sperrthore aufgestellt sind, in Holtenau auf der Höhe + 20,07 liegt, sodaß die Mitte des oberen Riegels und somit des an ihm angebrachten Stemmdrucklagers bereits bei der gewählten Höhenlage über der Fußbodenoberkante liegt.

Bei der Wahl des Querschnittes des oberen Riegels waren dieselben Erwägungen maßgebend wie bei den Ebbethoren, und dementsprechend wurde auch hier der Querschnitt unsymmetrisch gemacht. Die Text-Abb. 199 zeigt den Riegelquerschnitt in der Thormitte. Der mit den Deckplatten versehene Gurt befindet sich auf der Thorseite, die bei der Benutzung des Thores dem höheren Wasserstande zugekehrt ist.


Abb. 199. Querschnitt des oberen Riegels der Sperrthore in der Thormitte. 1 : 25.

Die Abmessungen des oberen Riegels und ebenso die der übrigen Theile des Thorgerippes sind unter der Annahme berechnet, daß vor und hinter dem Thor Wasserstandsunterschiede von 1,4 m auftreten können. Da dieser Wasserstandsunterschied nur durch das Abfallen der Ebbe auf der Rückseite des Thores und das gleichzeitige Ansteigen des Canalwasserstandes auf der Vorderseite des Thores entsteht, so erscheint die Annahme von 1,4 m hoch. Ein solcher Wasserstandsunterschied wird auch unter gewöhnlichen Verhältnissen nie eintreten; es kann jedoch besonders in Brunsbüttel vorkommen, daß sich das Schließen der Ebbethore aus irgend welchen Gründen etwas verzögert, und dann würden die Sperrthore einen höheren Wasserdruck aufzunehmen haben, als unter gewöhnlichen Verhältnissen. Sie sollten auch in einem solchen Falle noch genügende Sicherheit bieten, selbst wenn die Ebbe ungewöhnlich schnell abfällt.

Die Wendesäule und ebenso die an ihr in Höhe des oberen und unteren Riegels befestigten Stemmdrucklager haben im wesentlichen dieselbe Anordnung erhalten wie bei den Ebbethoren. Da der zu der Wendesäule gehörige Ständer aber ebenso wie die übrigen Ständer als Stütze der Schützen dient, mußte er ganz an das der Thormitte zugekehrte Ende der Säule gerückt werden. Die Schlagsäule hat einen kastenartigen Querschnitt erhalten, der aus den Abb. 2, 4, 5 und 6 Bl. 31 u. 32 zu ersehen ist. Auch bei ihr dient der der Thormitte zugekehrte Ständer zur Führung und Unterstützung der Schützen und ist deshalb auf dieser Seite ebenso ausgebildet wie die sogleich zu besprechenden Mittelständer. Die vier Wände des Kastens bestehen durchweg aus zwei Blechen und sind unter einander durch wagerechte Bleche und Winkel abgesteift. Sämtliche Versteifungsbleche haben einen großen kreisförmigen Ausschnitt, durch den eine Leiter zum Besteigen der Schlagsäule führt. Der Zugang zur Schlagsäule findet vom Inneren des oberen Schwimmkastens aus durch eine mit einem dichten Deckel verschließbare Einsteigeöffnung statt. Die drei Mittelständer haben den in der Text-Abb. 200 dargestellten Querschnitt erhalten. Der mit der Deckplatte versehene Gurt befindet sich auf der Thorseite, die bei der


Abb. 200. Querschnitt der Mittelständer. 1 : 25.

Benutzung der Thore dem höheren Wasserstande zugekehrt ist. Auf den breiten Schenkeln der 170 × 90 × 13 mm grofsen Winkeleisen laufen die Rollen der Schütztafeln.

Die Höhe der Schützöffnung ist so grofs, dafs eine einzige Schütztafel nicht hinter dem unteren Schwimmkasten Platz gefunden haben würde. Infolge dessen sind zum Verschlufs der Oeffnung zwei Schütztafeln angeordnet, die zusammen die Höhe der Oeffnung haben und in ihrer unteren Stellung hintereinander stehend auf je zwei an dem unteren Schwimmkasten angebrachten Consolen aufruhen (vgl. dazu Abb. 10 Bl. 31 u. 32). Beim Heben der Schützen bewegt sich zunächst nur die eine der beiden Tafeln, und zwar die der Rückseite des Thores zunächst liegende. Erst wenn diese Tafel etwa um die Hälfte ihres Weges gehoben ist, greift ein an ihrer Unterfläche angebrachtes überstehendes Flacheisen unter ein gleiches an der oberen schmalen Fläche der vorderen Schütztafel befestigtes Flacheisen und nimmt nunmehr auch diese Tafel mit. Beim Senken der Schützen bewegen sich anfänglich beide Schützen. Das vordere Schütz wird dabei nur durch den Ueberschufs seines Gewichtes über den Auftrieb bewegt, während das hintere Schütz auch von den zu seiner Bewegungsvorrichtung gehörigen Ketten herabgezogen wird. Sollte aus irgend einem Grunde das Gewicht des vorderen Schützes nicht genügen, um es zum Herabsinken zu bringen, so bleibt es während des Niedergehens des hinteren Schützes so lange in seiner oberen Stellung, bis das bereits erwähnte, an der Unterfläche des hinteren Schützes angebrachte Flacheisen gegen ein an der Unterfläche der vorderen Schütztafel angebrachtes Flacheisen drückt und dadurch das Schütz zum Niedergehen zwingt. Dem Wege, den die Schütztafeln zurückzulegen haben, entsprechend erstrecken sich die in der Text-Abb. 200 mit *a* bezeichneten Winkeleisen über die ganze Höhe zwischen den Consolen, auf denen die Schützen in ihrer unteren Stellung ruhen, und dem den Schützenhub nach oben begrenzenden, am oberen Riegel befestigten und aus den Abb. 8 bis 10 Bl. 31 u. 32 ersichtlichen eichenen Schutzholz. Die mit *b* bezeichneten Winkeleisen reichen dagegen nur bis etwas über die Hälfte der Höhe der freien Schützöffnung. Die Gestalt der Ständer und ihre Verbindung mit dem oberen und unteren Riegel ist am besten aus der Abb. 9 Bl. 31 u. 32 zu ersehen. In dieser sind auch die Versteifungen des Stehbleches der Ständer durch doppelseitige aufgenietete Bleche von 13 mm Stärke, sowie die Stöfse des Stehbleches und die Verbindung der den unteren Schwimmkasten bildenden Bleche mit dem unteren Riegel und den Ständern dargestellt. An den mittelsten der drei Mittelständer mufste die Zahnstange zum Bewegen der Thore angeschlossen werden. Der Anschlufs selbst ist in allen Einzelheiten genau so ausgebildet wie bei den Fluth- und Ebbethoren, der Kasten, an dem die Gufsstahlträger und die Lager befestigt sind, ist aus den Abb. 1, 4 und 10 Bl. 31 u. 32 und auch aus der Text-Abb. 193 zu ersehen.

Der untere Riegel besteht aus einem Blechträger, dessen 12 mm starkes Stehblech gegen den Wasserdruck durch doppelte Winkeleisen kräftig versteift ist. Die Gurtwinkel sind 90 × 90 × 11 mm stark. Deckplatten haben die Gurte des Riegels nicht erhalten, dagegen reichen die untersten Bleche der Schwimmkastenhaut über die Gurtwinkel hinweg. An dem dem Drempel zugekehrten Gurt des Riegels ist eine aus Eichenholz bestehende Dichtungsleiste und an dem vorderen Gurt eine Schutzleiste genau in derselben Weise wie bei den Ebbethoren angebracht. An der Schlagsäule ist das Riegelstehblech durch zwei, an der Wendesäule durch vier Blechplatten verstärkt. Der ganze Riegel hat im Thor-Innern eine im Mittel 12 cm starke Abdeckung mit einer Sandbetonschicht erhalten. Diese hat Gefälle nach der Wendesäule zu, wo sich der Pumpensumpf für den auch in den Sperrthoren zur Beseitigung des Schwitz- und Sickerwassers aufgestellten Wasserheber befindet. Der Betonschlag ist auf Bl. 31 u. 32 nicht dargestellt, er ist in derselben Weise ausgeführt wie bei den Ebbe- und Fluthoren.

Der untere Schwimmkasten ist aus 11 mm starken Blechen hergestellt, nur die den oberen Abschlufs bildenden, zwischen die Ständer bezw. die Ständer und die Wende- und Schlagsäule eingebauten gekrümmten Bleche haben 12 mm Stärke erhalten, um den auf sie etwa einwirkenden Stöfsen gegenüber widerstandsfähiger zu sein. Der unterste Theil der Blechhaut wird auf jeder Thorseite durch von der Wendesäule bis zur Schlagsäule in einer Ebene liegende, auf der Mitte jedes Ständers gestofsene Bleche mit wagerechter Längserstreckung gebildet. Auf der hinteren Thorseite reichen diese Bleche bis zu dem Punkte hinauf, wo die Breite des Schwimmkastens verringert wird, um den für die beiden Schütztafeln erforderlichen Raum zu gewinnen; auf der Vorderseite haben sie annähernd dieselbe Höhe. Die nach oben hin folgenden Bleche haben eine lothrechte Längserstreckung. Zwischen zwei Mittelständern und ebenso zwischen einem Mittelständer und einer Säule befinden sich drei Bleche, von denen das mittlere an beiden Längsseiten soweit über die seitlichen Bleche hinwegreicht, dafs die Bleche durch eine Nietreihe mit einander verbunden werden konnten. Auf der vorderen Thorseite liegen die seitlichen Bleche bündig mit den unteren Längsblechen, und die Stofsfuge ist durch eine Lasche gedeckt, auf der hinteren Thorseite sind die in ihrem unteren Theil nach einem Viertelkreis gebogenen Bleche mit dem wagerechten Schenkel eines Winkeleisens vernietet. Dieses Winkeleisen stellt die Verbindung zwischen den unteren wagerechten und den oberen senkrechten Blechen her. Für die mittleren Bleche mufsten an den entsprechenden Stellen Futterstücke vorgesehen werden. Die oberen gekrümmten Abschlufsbleche des unteren Schwimmkastens gehen von Ständer zu Ständer ohne Stofs durch. Ihre Verbindung mit den Ständern und den übrigen Hautblechen ist aus den Abbildungen auf Bl. 31 u. 32 ausreichend deutlich zu ersehen. Zur Aussteifung der Haut des unteren Schwimmkastens sind zwischen die Ständer bezw. die Ständer und Wende- und Schlagsäule wagerechte ⅂-Eisen (N.-Pr. Nr. 14) eingebaut. Da diese Träger bei der grofsen Entfernung der Ständer zu schwach sind, um den grofsen, einem Wasserstande von + 25,50 entsprechenden Wasserdruck aufzunehmen, sind die an den beiden Thorseiten in gleicher Höhe liegenden Träger durch vier wagerechte Winkeleisen mit einander verbunden, und die Träger sind als Balken auf sechs Stützen berechnet. Die zwischen den Trägern liegenden langgestreckten Felder der Thorhaut sind durch lothrechte Winkel, die mit den Trägern und den wagerechten Winkeln theils durch Eckbleche, theils durch Anschlufswinkel verbunden sind, ausgesteift, sodafs die Thorhaut dem Wasserdruck gegen-

über in eine grofse Anzahl kleiner rechteckiger Flächen getheilt ist.

Der obere Schwimmkasten hat nur verhältnifsmäfsig geringfügige Kräfte aufzunehmen, da er beim Thorbetriebe oder während des Liegens der Thore in ihren Nischen einen Wasserdruck irgend welcher Art nicht empfängt und nur beim Ueberführen der ein- oder auszuwechselnden Thorflügel von den Schleusen nach der Betriebswerkstatt bei Rendsburg oder dem Liegeplatz der Ersatzthore, der sich auf dem südlichen Canalufer der Werkstatt gegenüber befindet, in seiner Eigenschaft als Schwimmkasten in Wirksamkeit tritt. Die Ausbildung des oberen Schwimmkastens geht aus den Abbildungen auf Bl. 31 u. 32 hervor. Er ist durch ein in seiner Decke angebrachtes, mit einem Deckel verschliefsbares Mannloch zugänglich; von ihm aus gelangt man durch Mannlöcher, die beim Thorbetriebe geschlossen gehalten werden, wie bereits früher angegeben, in die Schlagsäule und ebenso in die Wendesäule und von den beiden Säulen in den unteren Schwimmkasten. Auch bei den Sperrthoren war darauf Bedacht genommen, dafs auf der Baustelle möglichst wenig Nietarbeit auszuführen war. Deshalb waren in die Wende- und die Schlagsäule etwa 40 cm unter dem oberen und 80 cm über dem unteren Riegel Stöfse eingelegt. Die zwischen diesen Stöfsen liegenden Theile der Säulen kamen in einem Stück nach der Baustelle, ebenso der obere Riegel mitsamt dem oberen Schwimmkasten und den anschliefsenden Theilen der Wendesäule und der Schlagsäule und der untere Riegel. An diesem waren die unteren Bleche des unteren Schwimmkastens, sowie die unteren Theile der beiden Säulen und die der Ständer bis zu den aus den Abb. 1 u. 9 Bl. 31 u. 32 ersichtlichen Stöfsen bereits im Werk angenietet. Da auch die drei Ständer von ihrem Anschlufs an den oberen Riegel bis zu dem oben erwähnten Stofs je in einem Stück auf die Baustelle kamen, so war dort aufser dem Zusammenbau des Thorgerippes im wesentlichen nur der untere Schwimmkasten herzustellen und das Anpassen der Dichtungs- und Schutzleisten, sowie der Stemmkörper zu bewirken.

In der Wendesäule ist der Wasserheber zum Lenzen des Thorflügels aufgestellt. Die Rohrleitungen desselben sind sehr einfach, da mit ihm nur das sich oberhalb des unteren Riegels ansammelnde Wasser von Zeit zu Zeit zu entfernen ist. Ebenso einfach ist auch die Lüftungsanlage. Der Ventilator ist im oberen Schwimmkasten untergebracht, von ihm führt nur ein Rohr nach der Schlagsäule. In dieses Rohr ist dicht am Ventilator ein Hahn eingebaut, der gewöhnlich geschlossen ist, damit das Wasser bei höheren Wasserständen nicht durch den Ventilator in das Thor-Innere gelangen kann. Die bei den Ebbe- und Fluththoren vorhandenen Rohre, durch die Luft in die einzelnen Kammern des Thor-Innern einströmen kann, wenn sich diese von Wasser entleeren oder zu besonderen Zwecken entleert werden, brauchten bei den Sperrthoren nicht vorgesehen zu werden, weil das Thor-Innere mit Ausnahme des oberen Schwimmkastens stets mit Luft gefüllt sein soll und die Luft aus dem oberen Schwimmkasten durch die Einsteigeöffnung, die beim Thorbetriebe nicht verschlossen wird, entweichen und auch einströmen kann.

Das Spurlager und der Halszapfen, sowie seine Lagerung und Verankerung stimmen im wesentlichen mit den dem gleichen Zweck dienenden Theilen an den Fluth- und Ebbethoren überein, sodafs hier nichts weiter darüber zu sagen ist. Die Dichtungsleiste an der Wendesäule ist ebenso wie bei den Ebbethoren angeordnet, dasselbe ist mit den Schutzleisten auf der Vorderseite des oberen und unteren Riegels der Fall. Die eichene, bereits oben erwähnte Leiste am oberen Riegel, die zur Begrenzung des Schützenhubes dient, ist so mit dem Thor verbunden, dafs sie leicht abgenommen werden kann, wenn die Schützen aus ihren Führungen herausgenommen werden sollen. Ihre Vorderfläche ragt, wenn das Thor am Drempel liegt, 15 cm über die Drempelanschlagsfläche hinaus; liegt der Thorflügel in der Nische, so liegt sie mit der Vorderflucht des Schleusenmauerwerks bündig. Dieses hat seinen Grund darin, dafs der Mittelpunkt der Wendenische bei den Sperrthoren 60 cm hinter der Vorderflucht der Schleusenmauern, aber ebenso wie bei den Ebbe- und Fluththoren nur 45 cm von der Drempelanschlagsfläche entfernt liegt. Die drei mittleren Ständer und ebenso die Ständer der Wende- und Schlagsäule haben in ihrem oberen Theil Schutzleisten erhalten, die mit der Vorderflucht der Schleusenmauern abschneiden. Die Leisten hören etwa in der Höhe auf, in der der untere Schwimmkasten nach oben hin endigt; sie sind nicht weiter hinuntergeführt, weil der Querschnitt der Seeschiffe so gestaltet ist, dafs die gröfste Breite entweder über der Wasserlinie oder doch nur wenig darunter liegt, weil also nicht zu befürchten ist, dafs die Ständer in gröfserer Tiefe unter dem niedrigsten Wasserstande, bei dem noch geschleust wird, Stöfse aufzunehmen haben. Von der Holzbekleidung der Ständer innerhalb der Schützöffnungen und von dem Zweck derselben ist bereits eben gesprochen worden, die Abb. 1 u. 4 Bl. 31 u. 32 zeigen die Einzelheiten. In den Abb. 9 und 10 ist die Bekleidung nicht dargestellt, damit die Ausbildung der Ständer besser zu ersehen ist.

Jede Schütztafel besteht aus elf hochkantig aufeinander gestellten, 14 cm starken eichenen Bohlen, die durch vier kräftige Schraubenbolzen zu einem Ganzen verbunden werden. An den beiden Hirnseiten der Bohlentafeln sind je sechs Laufrollen aus Gufsstahl in der aus den Abb. 11 bis 15 Bl. 31 u. 32 dargestellten Weise angebracht. Die Laufrollen sind mit Pockholz ausgebuchst und drehen sich um die fest angeordneten Achsen. Die beiden seitlichen Schraubenbolzen zum Zusammenhalten der eichenen Bohlen endigen bei der hinteren Schütztafel oben in Augen. An diesen Augen waren bei der Inbetriebnahme der Sperrthore die calibrirten Ketten zum Heben und Senken der Schützen mit Schäkeln angebracht. Die Ketten führen von dort lothrecht bis zu je einer Kettennufs in die Höhe, die in eine wagerechte, in einem Ausschnitt des oberen Schwimmkastens gelagerte Triebwelle eingebaut ist. In der Abb. 10 Bl. 31 u. 32 ist diese Welle mit ihrer Lagerung dargestellt. Den vier Schützen mit je zwei Ketten entsprechend befinden sich in der Welle, die von den in den Maschinenkammern der Schleusen aufgestellten Motoren in später eingehend zu beschreibender Weise angetrieben wird, acht Kettennüsse. Die Ketten sind um die Nüsse gelegt, führen dann in den oberen Schwimmkasten hinein, daselbst über je eine Ablenkrolle, dann durch eine in dem Stehblech des oberen Riegels angeordnete Oeffnung senkrecht hinunter zwischen dem vorderen Schütz und der hinteren Fläche des

unteren Schwimmkastens bis zu einer unterhalb der Schützen angeordneten und am Thor gelagerten Wenderolle und, sich an die untere Hälfte des Umfanges der Rolle anlegend, endlich wieder senkrecht bis zum Anschlufs an den unteren Theil des hinteren Schützes in die Höhe. Der Verlauf der Ketten und ebenso die Lage der Ablenkrolle und der Wenderolle ist ebenfalls aus der Abb. 10 Bl. 31 u. 32 zu ersehen. Zum Heben der Schützen mufs danach die Triebwelle derartig gedreht werden, dafs die Kettennüsse die Kettentheile, die oben an dem hinteren Schütz befestigt sind, einwinden. Die hinter der Kettennufs ablaufende Kettenlänge verlängert dabei den Theil der Kette, der sich zwischen der Nufs und dem Anschlufs der Kette unten an dem Schütz befindet, genau um dasselbe Mafs, sodafs dieser Theil der Kette das Heben des Schützes nicht hindert. Beim Senken der Schützen mufs die Triebwelle die umgekehrte Drehrichtung erhalten. Sie windet dann den Kettentheil ein, der unten am Schütz befestigt und über die Wenderolle nach oben geführt ist, und sie läfst den oben am Schütz befestigten Kettentheil ablaufen.

Vorbedingung für eine gute Wirksamkeit dieser Einrichtung ist, dafs sämtliche Kettennüsse eines Sperrthorflügels bei jeder Umdrehung genau dieselbe Kettenlänge einwinden, und dafs ferner wenigstens die beiden zu einer Schützöffnung gehörigen Ketten sowohl in ihrer Gesamtlänge wie auch in der Länge der einzelnen Kettenglieder so genau mit einander übereinstimmen, dafs ein Schiefstellen der Schützen und damit ein Klemmen der Schützen in ihren Führungen ausgeschlossen ist. Trotzdem die Ketten aus den besten deutschen Werkstätten bezogen wurden, waren sie bei der Anlieferung schon etwas ungleich und diese Ungleichheit nahm beim Betriebe schnell sehr erheblich zu. Die Folge davon war, dafs schon nach wenigen Hebungen der Schützen starkes Klemmen eintrat. Dadurch wurden die Ketten wieder ungleich beansprucht und reckten sich infolge dessen auch ungleich, und sehr bald wurden die durch das Klemmen auftretenden Widerstände so grofs, dafs die Ketten brachen. In den ersten Monaten nach der Inbetriebnahme der Sperrthore waren gebrochene Schützketten an der Tagesordnung, sodafs es sich als nothwendig erwies, hierin Wandel und ausreichende Abhülfe zu schaffen. Zu dem Zweck wurden oben an dem hinteren Schütz die beiden in der Abb. 11 Bl. 31 u. 32 dargestellten Rollen angebracht und die beiden Schützketten zu einer vereinigt. Diese Kette ist an der einen der beiden unteren Anschlufsstellen am Schütz angebracht, führt dann über die Wenderolle und die Ablenkrolle nach der ersten Kettennufs, von dieser zur zugehörigen, oben am Schütz befestigten Rolle, von dort zu der zweiten Rolle und weiter über die zweite Kettennufs und die zugehörige Ablenk- und Wenderolle zu dem zweiten Anschlufspunkt unten am Schütz. Diese Abänderung hat sich derartig bewährt, dafs Kettenbrüche nur noch selten vorkommen. Bei den Fluth-Sperrthoren in Holtenau liefs sie sich nicht zur Anwendung bringen, weil sie zwischen der Oberkante des oberen Schützes und dem Schutzbalken am oberen Riegel einen freien Raum von etwa 40 cm Höhe erfordert, der dort nicht zur Verfügung steht. Infolge dessen mufste hier die alte Einrichtung beibehalten werden. Durch besonders sorgfältige Auswahl der Ketten und durch vorheriges Recken derselben ist es jedoch auch bei diesen Thoren gelungen, eine ausreichende Betriebssicherheit der Schützen zu erzielen.

Beim Schliefsen eines Thores mit einer Strömung nimmt nach den oben erörterten Versuchen an der Entwässerungsschleuse des Bütteler Canals der auf das Thor wirkende Wasserdruck zu, je mehr sich die Thorflügel dem Drempel nähern, und erreicht sein Höchstmafs in dem Augenblick, in dem die Durchströmungsöffnung ganz abgeschlossen wird. Die Bewegungs- bezw. Rückhaltevorrichtungen der Sperrthore liefsen sich diesen Verhältnissen dadurch sehr leicht anpassen, dafs neben der wie bei den übrigen Thoren angeordneten Zahnstange noch eine Rückhaltekette vorgesehen wurde, deren eines Ende mit dem Schleusenmauerwerk fest verbunden ist, während das andere Ende an dem der Schlagsäule zunächst stehenden Mittelständer angreift. Die Kette ist in der Mitte durch ein Gewicht belastet, ihre Länge so bemessen, dafs sie, wenn der Thorflügel am Drempel liegt, $^1/_{20}$ ihrer Länge als Durchhang hat. Dabei hängt die Kette, wenn das Thor geöffnet ist, mit dem Gewicht in einer Nische, die dafür im Schleusenmauerwerk ausgespart ist. Durch die Vergröfserung des Gewichtes ist man in der Lage, auf die Thorflügel in dem Augenblick, in welchem sie sich an den Drempel legen, fast jede beliebige Kraft auszuüben, und infolge dessen war es angängig, dieses Gewicht bei der Entwurfbearbeitung so zu bestimmen, dafs es unter allen Umständen schwer genug sein mufste, um jedes harte Anschlagen der Thorflügel an die Drempel zu verhindern. Dazu war nur nöthig, dafs man sowohl den durch den Stofs des Wassers auf das plötzlich stillstehende Thor ausgeübten Druck wie auch den infolge des vor dem Thor eintretenden Anstaues entstehenden Wasserdruck berechnete und das Gewicht unter der Annahme bestimmte, dafs diese beiden Druckkräfte gleichzeitig in voller Höhe auf die Thorflügel einwirken.

Die Berechnung des hydraulischen und des hydrostatischen Staues erfolgte in folgender Weise: Der hydraulische Druck P eines Wasserstrahles, der unter dem Winkel α gegen eine Ebene trifft und, wie in der Text-Abb. 201 angegeben ist, nur nach einer Seite ausweichen kann, ist nach den hierfür als gültig angesehenen Anschauungen

$$P = (1 - \cos\alpha) \cdot \frac{v - c}{g} \cdot Q \cdot \gamma.$$

In dieser Formel bedeutet: Q die Wassermenge, die in der Zeiteinheit zum Stofs kommt, γ das Gewicht der Einheit des Wassers, v die Geschwindigkeit des Wassers, c die Geschwindigkeit der gestofsenen Fläche, die für den vorliegenden


Abb. 201. Abb. 202.

Fall zu Null anzunehmen ist, und g die Beschleunigung durch die Anziehungskraft der Erde = 9.81 m. Kann das Wasser nach zwei Seiten ausweichen, wie in der Text-Abb. 202, dann ist

$$P = \sin^2\alpha \cdot \frac{v - c}{g} \cdot Q \cdot \gamma.$$

Die gröfste Geschwindigkeit des ausströmenden Wassers in den Brunsbütteler Schleusen ist nun nach den früher er-

wähnten Berechnungen rund 1 m in der Secunde und tritt bei einem Wasserstande von + 18,50 ein, bei dem die gestofsene Fläche jedes Thorflügels rund 79,5 qm grofs ist, während der Schwerpunkt der Fläche nach den hierfür angestellten Sonderberechnungen 6,32 m von der Drehachse der Thorflügel entfernt liegt. Es ist also die Wassermenge, die in einer Secunde zum Stofs kommt, $79{,}5 \cdot 1{,}0 = 79{,}5$ cbm und die Arbeit derselben 79,5 tm, ferner ist

$$\frac{v-c}{g} = \frac{1}{9{,}81}$$

und, wenn α der Sicherheit wegen gleich 90° angenommen wird, der infolge des Wasserstandes entstehende hydraulische Druck in den beiden oben angenommenen Fällen gleich und zwar

$$P = \frac{79{,}5}{9{,}81} = 8{,}11 \text{ t.}$$

Die hydraulische Druckhöhe ergiebt sich somit zu

$$\frac{8{,}11}{79{,}50} = 0{,}102 \text{ m}$$

und das Moment des hydraulischen Druckes zu

$$8{,}11 \cdot 6{,}32 = \text{rund } 51{,}3 \text{ tm.}$$

Wenn durch die Schützöffnungen im Thor nur diejenige Wassermenge abzufliefsen hätte, die an der Thorfläche zum Stofs kommt, so würde die Spannung der Zahnstangen und der Rückhalteketten allein dem soeben berechneten Moment entsprechen. In Wirklichkeit strömt aber mehr Wasser durch die Schleusen, und dieses Wasser, das fast ausschliefslich über dem stofsenden Wasser fliefst, mufs von dem letzteren verdrängt werden, was nur möglich ist, wenn es in die Höhe gehoben wird. Die dabei geleistete Arbeit mufs von den Thorflügeln, sowie den Zahnstangen und Rückhalteketten noch aufser dem hydraulischen Stofs aufgenommen werden. Die Höhe, bis zu der der Wasserspiegel an den Thoren durch das nach dem Stofse ausweichende Wasser ansteigen kann, läfst sich aus der Druckhöhe berechnen, die erforderlich ist, um die Geschwindigkeit des ankommenden Wassers in den Schützöffnungen der Thorflügel soweit zu erhöhen, dafs das sämtliche, in der Zeiteinheit zufliefsende Wasser durch die Oeffnungen zum Abflufs gelangt. Bei dieser Berechnung wurde zur Sicherheit darauf verzichtet, die Umlaufcanäle der Schleusen zu berücksichtigen, vielmehr wurde angenommen, dafs die ganze Wassermenge durch die Schützöffnungen abfliefsen mufs.

Die Thore bilden Ueberfallwehre, und somit ist die von ihnen abgeführte Wassermenge (vgl. Hütte, 14. Aufl., S. 182)

$$Q = \tfrac{2}{3}\,\mu_1 \cdot b\sqrt{2g}\left\{(h_2+k)^{3/2} - k^{3/2}\right\} + \mu_2 \cdot b \cdot a \cdot \sqrt{2g} \cdot \sqrt{h_2+k}.$$

In dieser Formel bedeutet:

Q die in der Zeiteinheit abfliefsende Wassermenge, das sind durch beide Schleusen in Brunsbüttel zusammen 420 cbm,

b die Breite des Wehres, oder bei vier Thorflügeln zu vier Schützöffnungen von je 2,525 m Lichtweite, $b = 16 \cdot 2{,}525 = 40{,}4$ m,

a den Abstand der Wehrkrone von dem Unterwasserspiegel, $a = 18{,}5 - 14{,}0 = 4{,}5$ m,

g die Beschleunigung durch die Anziehungskraft der Erde,

h_2 die Stauhöhe,

k die der Geschwindigkeit des dem Wehr zuströmenden Wassers entsprechende Fallhöhe, also $k = \frac{v^2}{2g} = \frac{1}{19{,}62}$ m, und

μ_1 und μ_2 zwei Festwerthe.

Da die Zwischenständer des Thores wie Pfeiler mit spitzen Vorköpfen gebildet sind, so ist — entgegen den Angaben in der „Hütte" — $\mu_1 = 0{,}954$, wie auf Seite 183 der „Hütte" für Brückenpfeiler angegeben, also $\tfrac{2}{3}\,\mu_1 = 0{,}63$ gesetzt. Für μ_2 ist $\frac{0{,}62 + 0{,}83}{2} = 0{,}72$ angenommen. Hiernach ergiebt sich $h_2 = 0.4$ m.

Dafs ein Aufstau in dieser Höhe schon in demselben Augenblick eintritt, in dem die Thorflügel sich an den Drempel legen, war von vornherein nicht wohl anzunehmen, zumal der Rückstau, der durch das Heben des Wasserspiegels erzeugt wird, sofort eine Verminderung der Wassergeschwindigkeit und damit der zufliefsenden Wassermenge und der Stauhöhe h_2 selbst herbeiführen mufs. Trotzdem wurde der Aufstau in voller Höhe in die Berechnung des Gegengewichtes eingeführt. Der durch ihn auf das Thor ausgeübte Wasserdruck beträgt

$$79{,}5 \cdot 0{,}4 = 31{,}8 \text{ t}$$

und das Moment

$$31{,}8 \cdot 6{,}32 = \text{rund } 201 \text{ tm.}$$

Das Moment aus dem hydraulischen und dem hydrostatischen Druck ist somit zusammen gleich

$$51{,}3 + 201 = 252{,}3 \text{ tm.}$$

Aus diesem Moment ergab sich, dafs die angespannte Rückhaltekette neben der 20 t betragenden Spannung der Zahnstange eine Kraft von 18,5 t auf das Thor ausüben und das Gegengewicht 3700 kg schwer sein mufs.

Nach der Inbetriebnahme der Schleusen stellte es sich heraus, dafs die Gegengewichte zu grofs waren. Beim Schliefsen der Sperrthore ergaben sich dabei keine Uebelstände. Die Thore konnten zwar nicht ganz an den Drempel herangedreht werden, aber sie schlossen sich sehr bald, wenn die Schützen gehoben wurden und die auf die Thore wirkenden Wasserdruckkräfte sich infolge der Verkleinerung der Durchflufsöffnung vergröfserten. Dagegen wirkten die Gegengewichte beim Oeffnen der Thore im strömungslosen Wasser und zwar besonders beim Beginn des Oeffnens derartig auf die Beschleunigung der Thorbewegung, dafs die Antriebe der Zahnstangen, sowie die zugehörigen Uebersetzungen, Getriebe und Maschinen überaus starke Beanspruchungen, denen sie auf die Dauer nicht gewachsen sein konnten, erlitten. Deshalb wurden die Gegengewichte sehr bald auf die Hälfte verkleinert, was sehr leicht auszuführen war, weil sie in der Voraussicht, dafs sie zu verringern sein würden, aus einzelnen Platten gebildet worden waren.

Bei dem Betrieb der Sperrthore wird es nicht allzu schwierig sein, die bei dem Schliefsen der Thore in Strömungen von verschiedener Geschwindigkeit zur Wirksamkeit kommenden Kräfte, sowie die Art und den Verlauf der durch den Abschlufs der Strömung erzeugten Stauwelle durch Messungen und Beobachtungen festzustellen. Bisher sind Untersuchungen hierüber noch nicht angestellt worden, es steht aber zu hoffen, dafs es bald geschehen wird und dafs auch die Ergebnisse dieser Untersuchungen zur Veröffentlichung kommen werden.

4. Die Abdeckungen der Thornischen der Schleusen in Brunsbüttel und Holtenau.

Die Nischen derjenigen Thore, bei denen nicht entweder die Thoroberkante oder die Handleisten der Geländer der Laufstege in gleicher Höhe mit der Oberkante des Schleusen-

mauerwerks liegen, sind derart abgedeckt, dafs die Vorderkante der Schleusenmauern im Grundrifs eine gerade Linie bildet. Hierauf wurde Gewicht gelegt, weil dadurch das Verholen der Trossen, mit denen die Schiffe in den Schleusen festgelegt werden, wesentlich erleichtert wird. In Brunsbüttel sind die Nischen der Ebbethore und der Sperrthore, in Holtenau die der Fluththore und der Ebbethore mit Abdeckungen versehen worden.

Die Abdeckungen mufsten so angeordnet werden, dafs sie leicht entfernt werden können, wenn die Nothwendigkeit hervortritt, einen der Schleusenthorflügel gegen einen Ersatzthorflügel auszuwechseln, und sie durften deshalb mit dem Schleusenmauerwerk nicht in feste Verbindung gebracht werden. Durch Anordnung von zwei kurzen Consolträgern, die im Querschnitt und im Grundrifs in den Text-Abb. 203 und 204 dargestellt sind, ergaben sich für jede Thornische drei Abdecktafeln. Die mittlere davon ruht auf den Consolen, während die beiden anderen Tafeln mit einem Ende auf einem Consol und mit dem anderen Ende auf den Abdeckplatten des Schleusenmauerwerks ihr Auflager finden. Zu diesem Zwecke sind diese Abdeckplatten mit einer der Höhe und der rechteckigen Form der Tafel entsprechenden Vertiefung versehen. Jede Tafel besteht aus einem Rahmen von ⊏-Eisen (N.-Pr. 22), der durch quergelegte Winkel (100 × 65 × 11 mm) in Entfernungen von etwa 850 mm versteift ist, und aus einer Decke von Riffelblech. Die Längs-⊏-Eisen des Rahmens sind, wie aus Text-Abb. 203 ersichtlich, mit eingelegten Eichenholzleisten versehen. Die Consolen bestehen aus 250 mm hohen I-Eisen mit 140 mm breiten Flanschen. Mit diesen Flanschen sind die End-Quer-⊏-Eisen der drei Tafeln verschraubt. Dabei mufsten die Schraubenlöcher an dem einen Auflager der mittleren Tafel länglich hergestellt werden, damit sich die Tafel bei Wärmeschwankungen, ohne Schubkräfte auf die Consolen auszuüben, verlängern oder verkürzen kann. Die Endtafeln können sich auf dem Schleusenmauerwerk entsprechend verschieben, während sie dort gegen seitliche Bewegungen durch Dorne, die in das Schleusenmauerwerk eingelassen sind und in Langlöcher der Abdeckungen eingreifen, gesichert sind. Da die Consolen ebenfalls entfernt werden müssen, wenn ein Thorflügel ausgehoben werden soll, so sind sie in die aus den Text-Abb. 203 und 204 ersichtlichen Kasten hineingesteckt, die den in der Text-Abb. 205 dargestellten Querschnitt haben. Die Consolen füllen den Innenraum dieser Kästen nicht aus, sie legen sich nur mit dem oberen Flansch gegen ein am hinteren Ende mit der Decke des Kastens vernietetes Lagerblech und ebenso am vorderen Ende gegen ein am Boden des Kastens angebrachtes Lagerblech. Damit die Kasten, die nicht tief unter der Oberkante des Schleusenmauerwerks liegen, infolge der Nutz- und Eigenlast der Nischenabdeckungen nicht aufkippen können, sind sie am hinteren Ende mit dem Mauerwerk verankert. Bei den Ebbethoren der Brunsbütteler Schleuse zeigen die Nischenabdeckungen einige Abweichungen von der soeben erörterten Anordnung. Hierauf ist bereits bei der Besprechung dieser Thore (S. 252) hingewiesen worden.

Abb. 203. Querschnitt.

Abb. 204. Wagerechter Schnitt.

Abb. 205. Querschnitt des Mauerkastens.

Abb. 203 bis 205. Abdeckungen der Thornischen.

5. Die Ausführung der Thore.

Die Entwürfe zu den Thoren wurden im Jahre 1891 und in den ersten Monaten des Jahres 1892 in der Kaiserlichen Canal-Commission bearbeitet und zwar soweit, dafs die Durchbildung der Thore und aller wichtigen Einzelheiten festgestellt, dagegen die Anordnung im einzelnen, z. B. die Vertheilung der Stöfse, der späteren Entscheidung überlassen wurde. Nachdem die soweit durchgearbeiteten Entwürfe genehmigt waren, wurde die Herstellung der Thore gegen Ende des Jahres 1892 öffentlich verdungen und der Zuschlag an die Actiengesellschaft für Eisenindustrie und Brückenbau, vormals J. C. Harkort, in Duisburg ertheilt.

Bei der Ausarbeitung der auf die Beschaffenheit der zu verwendenden Materialien bezüglichen Vertragsbedingungen wurden die Erfahrungen benutzt, die bei der Abnahme des Flufseisens für die Weichselbrücken in Dirschau und Fordon hinsichtlich der Eigenschaften der verschiedenen Flufseisensorten gemacht worden sind. Dementsprechend wurde sowohl Flufseisen, das im Martinofen auf basischem Herd erzeugt ist, wie auch in der mit basischem Futter versehenen Bessemer-Birne hergestelltes Flufseisen als bedingungsgemäfs anerkannt. Für die Abnahme wurde vorgeschrieben, dafs aus jeder Charge ein Probeblock zu giefsen und den folgenden Versuchen zu unterziehen sei:

1. einem Zerreifs- und Dehnungsversuch,
2. einem Warm- und einem Kalt-Biegeversuch,
3. einem Härteversuch,
4. einem Ausbreiteversuch.

Erst wenn das Flufseisen bei diesen Proben den später zu erörternden, für die Abnahme der Walzerzeugnisse mafsgebenden Vorschriften genügt hatte, wurden die aus der Charge gegossenen Blöcke zur weiteren Verarbeitung zugelassen. Dabei mufsten alle Blöcke und ebenso alle Walzerzeugnisse, die aus einer Charge hergestellt wurden, mit der gleichen Nummer versehen werden, damit jederzeit ohne Schwierigkeiten festzustellen war, zu welcher Charge die zur Abnahme vorgelegten Stücke gehörten. Von den fertigen Walzeisen wurden rd. 3 v. H. aller bei einer Abnahme vorgelegten Stücke, von jeder Charge aber wenigstens ein Stück, den weiteren Prüfungen unterworfen. Diese bestanden neben

den Besichtigungs- und Gewichtsproben zunächst in der Feststellung der Zugfestigkeit und der Dehnung besonders bearbeiteter Probestäbe. Hinsichtlich der Form und der Abmessungen der Probestäbe und ebenso hinsichtlich der bei der Ausführung der Versuche zu beobachtenden Regeln entsprachen die Vorschriften genau den bezüglichen Bestimmungen der mit dem Runderlafs des Königlichen Preufsischen Ministers der öffentlichen Arbeiten vom 25. November 1891 bekannt gegebenen „Besonderen Vertragsbedingungen für die Anfertigung, Lieferung und Aufstellung von gröfseren zusammengesetzten Eisenconstructionen". Die Zugfestigkeit der Flacheisen, der Formeisen und der Bleche war zu mindestens 37 und zu höchstens 44 kg für das Quadratmillimeter Querschnittsfläche des Probestabes vorgeschrieben, und zwar sowohl in der Walzrichtung als auch quer zu dieser. Die Dehnung der 200 m langen Versuchsstäbe mufste nach dem Bruche wenigstens 20 v. H. betragen, wenn der Stab in der Walzrichtung gedehnt worden war, und wenigstens 16 v. H. beim Zerreifsen quer zur Walzrichtung. Das Product aus Dehnung in Hundertsteln und Zerreifsfestigkeit in Kilogramm für das Quadratmillimeter — die sogenannte Qualitätsziffer — mufsten bei Längsproben mindestens gleich 880, bei Querproben mindestens gleich 700 sein, aufserdem die Streckgrenze bei Längsproben wenigstens bei 24 und bei Querproben bei 22 kg für das Quadratmillimeter liegen. Für Nieteisen war eine Zugfestigkeit von wenigstens 35 und höchstens 40 kg, eine Qualitätsziffer von mindestens 960 und eine Streckgrenze nicht unter 25 kg vorgeschrieben.

Ferner mufsten Biegeversuche ausgeführt werden. Streifen von 30 bis 50 mm Breite, die aus den zu untersuchenden Stücken gleichlaufend mit der Walzrichtung entnommen waren, und ebenso Rund- und Vierkanteisen mufsten, kalt oder in kirschrothem Zustande gebogen, eine Schleife mit einem lichten Durchmesser gleich der halben Stärke des Versuchsstabes bilden können, ohne an der Biegungsstelle Risse im metallischen Eisen zu zeigen. Bei Querbiegeproben waren kleine Anrisse in der Oberfläche der Biegungsstelle, sofern sie nicht über die ganze Breite des Stabes durchliefen, zulässig. Solche Risse treten nämlich erfahrungsmäfsig auf, wenn die Biegung etwa 30 bis 40° beträgt, und sind unschädlich, wenn sie bei der weiteren Biegung annähernd dieselbe Breite und Tiefe beibehalten. Den eben beschriebenen Versuchen mufsten auch solche Versuchsstücke widerstehen, die im schwachrothglühenden Zustande in Wasser von 28° Celsius abgeschreckt worden waren. Endlich waren noch Stauch- und Streckversuche vorgeschrieben. Ein rothwarmer Flachstab von 30 bis 50 mm Breite mufste mit einer nach einem Halbmesser von 15 mm abgerundeten Hammerfinne bis auf das $2^1/_2$fache seiner ursprünglichen Breite ausgebreitet werden können, ohne Spuren von Trennung zu zeigen, und ein Stück Rundeisen, dessen Länge doppelt so grofs war wie sein Durchmesser, sollte sich bis auf ein Drittel seiner Höhe zusammenstauchen lassen, ohne Risse zu erhalten.

Bei der Abnahme des Flufseisens ist nicht in Erscheinung getreten, dafs die Herstellung des den obigen Bedingungen entsprechenden Materials den Hüttenwerken besondere Schwierigkeiten gemacht hat. Am Anfang der Abnahme wiesen allerdings einige Blockproben ungünstige Ergebnisse auf, und die betreffenden Chargen mufsten zurückgewiesen werden, späterhin sind aber solche Fälle nur ganz ausnahmsweise einmal vorgekommen.

Sämtliche Bleche und alle Flacheisen von mehr als 320 mm Breite sind aus Flufseisen gewalzt, das im Siemens-Martin-Ofen hergestellt worden ist, das gesamte übrige Material einschl. des Nieteisens ist jedoch im Thomas-Convertor erblasen.

Von jedem Blech, aus dem Probestäbe für die Zerreifs- und Dehnungsversuche entnommen wurden, ist sowohl eine Längs- als auch eine Querprobe zerrissen worden. Da die Bleche zum weitaus gröfsten Theil das $2^1/_2$ bis $3^1/_2$fache der Breite als Länge hatten, also eine ausgesprochene Walzrichtung besafsen, so boten die Zerreifsversuche Gelegenheit zur Prüfung der Frage, ob die Zugfestigkeit von aus weichem Flufseisen hergestellten Blechen quer und längs zur Walzrichtung gleich ist. Bei 311 Längsproben und ebensoviel Querproben ergab sich die mittlere Festigkeit sowohl für die Längs- wie für die Querproben zu 38,60 kg für 1 qmm Querschnittsfläche. Die Zusammenstellung, durch welche diese Zahl ermittelt wurde, hatte auf den einzelnen Seiten die folgenden Ergebnisse:

a) Längsproben.

50 Proben mit im Mittel je 37,83 kg Festigkeit,
58 „ „ „ „ „ 38,36 „ „
53 „ „ „ „ „ 39,14 „ „
54 „ „ „ „ „ 39,29 „ „
54 „ „ „ „ „ 38,35 „ „
42 „ „ „ „ „ 38,85 „ „
311.

b) Querproben.

50 Proben mit im Mittel je 37,80 kg Festigkeit,
58 „ „ „ „ „ 38,39 „ „
53 „ „ „ „ „ 39,32 „ „
54 „ „ „ „ „ 39,09 „ „
54 „ „ „ „ „ 38,46 „ „
42 „ „ „ „ „ 38,48 „ „

Höhere mittlere Festigkeiten zeigen also bald die Längsproben, bald die Querproben, und es darf als erwiesen angesehen werden, dafs bei den in der obigen Zusammenstellung berücksichtigten Blechen die Zugfestigkeit quer und längs zur Walzrichtung gleich grofs war. Der auffallende Umstand, dafs die mittlere Zerreifsfestigkeit der Bleche nur 38,60 kg, also nur 1,6 kg mehr als die in den Bedingungen vorgeschriebene Mindestfestigkeit betragen hat, während ein Spielraum von 7 kg zugelassen war, findet seine Erklärung darin, dafs ein nicht unerheblicher Theil der Bleche kalt gebogen oder gekümpelt werden mufste, und deshalb während der Abnahme auf die Hüttenwerke dahin eingewirkt wurde, dafs sie ein möglichst weiches Material lieferten.

Die mittlere Dehnung hat bei 307 Längsproben 28,49 v. H. der Stablänge und bei 309 Querproben 27,22 v. H. betragen, es ist also die Dehnung quer zur Walzrichtung geringer als längs derselben gefunden. Die Zusammenstellung, durch welche diese Zahlen ermittelt worden sind, hatte auf den einzelnen Seiten die folgenden Ergebnisse:

a) Längsproben.

50 Proben mit im Mittel je 28,35 v. H. Dehnung.
54 „ „ „ „ „ 27,43 „ „
53 „ „ „ „ „ 28,87 „ „

54 Proben mit im Mittel je 29,29 v. H. Dehnung,
54 „ „ „ „ „ 29,10 „ „
42 „ „ „ „ „ 27,74 „ „

b) Querproben.

50 Proben mit im Mittel je 27,22 v. H. Dehnung,
56 „ „ „ „ „ 27,05 „ „
53 „ „ „ „ „ 27,88 „ „
54 „ „ „ „ „ 27,05 „ „
54 „ „ „ „ „ 27,30 „ „
42 „ „ „ „ „ 26,74 „ „

Auf jeder einzelnen Seite der Zusammenstellung ergab sich also die Dehnung der Querproben kleiner, als die der Längsproben. Die mittlere Dehnung übertrifft das in den Bedingungen festgesetzte Mindestmafs recht erheblich, sie würde noch höher gefunden sein, wenn in der Zusammenstellung nur die Proben berücksichtigt worden wären, bei denen der Bruch in dem mittleren Drittel der Stablänge eingetreten ist. Dies konnte nicht geschehen, weil über die Bruchstelle keine Aufzeichnungen gemacht worden sind; es genügte dem abnehmenden Beamten, wenn die Dehnung bei einem Bruch aufserhalb des mittleren Drittels der Stablänge über dem vorgeschriebenen Mindestmafs lag und die Qualitätsziffer erreicht oder so nahezu erreicht war, dafs sie bei günstigerer Lage der Bruchstelle mit Sicherheit innegehalten worden wäre. Die niedrigste Dehnung ist bei einer Längsprobe, die nahe an dem einen der beiden Körnerpunkte gebrochen war, beobachtet worden und hat 21 v. H. der Stablänge betragen, während die Dehnung der Querproben nicht unter 22 v. H. herabgesunken ist. Die geringste Qualitätsziffer ergab eine Querprobe und zwar 825.

Chemische Untersuchungen der Chargen und der Walzerzeugnisse wurden bei der Abnahme nicht vorgenommen, der Unternehmer war jedoch verpflichtet, dem abnehmenden Beamten Kenntnifs von den Ergebnissen der seitens der Hüttenwerke ausgeführten Analysen zu geben und ihn auf Verlangen der Ausführung der Untersuchungen im Laboratorium beiwohnen zu lassen. In den Chargen, aus denen die zu den oben näher besprochenen Zerreifs- und Dehnungsproben verwandten Bleche hergestellt worden sind, wurden Mangan, Kohlenstoff und Phosphor in den folgenden Antheilverhältnissen gefunden:

	Mangan v. H.	Kohlenstoff v. H.	Phosphor v. H.
Höchster Antheil	0,630	0,109	0,052
Mittlerer „	0,460	0,080	0,032
Niedrigster „	0,330	0,067	0,016

Die Versuche mit Nieteisen, das aus 23 verschiedenen Thomas-Chargen hergestellt war, ergaben:

für 1 qmm Querschnittsfläche

die niedrigste Streckgrenze zu . . . 25,1 kg
„ mittlere „ „ . . . . 26,1 „
„ höchste „ „ . . . . 26,8 „
die geringste Zerreifsfestigkeit zu . . 36,3 kg
„ mittlere „ „ . . . 37,2 „
„ höchste „ „ . . . 38,9 „

die geringste Dehnung zu 29,0 v. H. der Stablänge,
„ mittlere „ „ 31,7 „ „ „
„ höchste „ „ 35,0 „ „ „
die niedrigste Qualitätsziffer zu 1070,
„ mittlere „ „ 1177 und
„ höchste „ „ 1288.

Die ersten Eisentheile, die von der Unternehmerin nach der Baustelle geliefert wurden, waren die Verankerungen der Thorflügel, die gleichzeitig mit dem Aufführen der Schleusenmauern eingebaut werden mufsten und in den Monaten Mai bis Juli 1893 eingemauert wurden. Im August begann dann sowohl in Brunsbüttel als auch in Holtenau die Aufstellung der Gerüste für den Zusammenbau der Thore. Nach dem von der Unternehmerin ausgearbeiteten und seitens der Bauverwaltung genehmigten Bauplane sollten sämtliche Thorflügel eines Schleusenhauptes, also am Aufsenhaupt und am Binnenhaupt je vier Fluththor- und vier Ebbethorflügel und am Sperrthorhaupt acht Sperrthorflügel, gleichzeitig zusammengebaut werden, und es war beabsichtigt, mit einem Satz Gerüste für jede der beiden Schleusenanlagen in Brunsbüttel und Holtenau zunächst die Thore an den Aufsenhäuptern, dann die Thore an den Binnenhäuptern und schliefslich die Sperrthore fertig zu stellen. Dasselbe Gerüst sollte also dreimal benutzt werden, wobei es allerdings der niedrigeren Höhenlage der Sperrthorhäupter wegen einmal umgebaut werden mufste. Es gelang jedoch nicht, diese Absicht durchzuführen, vielmehr mufste in Rücksicht auf die gebotene Beschleunigung der Aufstellung der Thore sowohl für Brunsbüttel wie auch für Holtenau noch ein weiteres halbes Gerüst beschafft werden.

Für die Anordnung und die Bauart der Gerüste war der Vorgang bei dem Zusammenbau der Thorflügel mafsgebend. Der unterste Riegel wurde auf der Sohle der Thorkammern derartig verlegt, dafs die Längsachse des Riegels mit einer durch den Mittelpunkt des Spurzapfens gelegten geraden Linie zusammenfiel, die Wendesäule aber einen Abstand von etwa 1 m von der Wendenische hatte und der Riegel 100 mm höher gelagert war, als seiner endgültigen Stellung entspricht. Auf dem untersten Riegel wurden die Thorflügel aufgebaut. Ihre ganze Last ruhte also auf der Schleusensohle, während die Gerüste nur die wagerechten Kräfte aufzunehmen hatten, die durch den Widerdruck oder infolge sonstiger auf das Umfallen der hohen Thorflügel wirkenden Ursachen entstanden. Aufserdem dienten sie zum Tragen der Laufkrähne, mit denen die einzelnen Theile der Thore nach ihrer Verwendungsstelle geschafft wurden, und sie boten überdies einen Uebergang über die Schleusen für die bei den Aufstellungsarbeiten beschäftigten Werkleute. Neben den Hauptgerüsten wurden noch kleinere Arbeitsgerüste benutzt, durch die jede Stelle der Thore für die Hand der Arbeiter erreichbar gemacht wurde.

Die Hauptgerüste bestanden — wie die Text-Abb. 206 zeigt — aus drei symmetrisch zur Achse des Schleusenhauptes angeordneten Theilen, einem mittleren Bockgerüst mit zwei Fahrschienen und zwei Seitengerüsten mit je einer Fahrschiene. Je eine Fahrschiene des Mittelgerüstes und die Fahrschiene des benachbarten Seitengerüstes bildeten das Gleis für einen Laufkrahn, der mit Rücksicht auf die Lage der Thore während der Aufstellung eine Spurweite von 11,5 m

hatte erhalten müssen. Jeder der beiden Laufkrahne hatte bei den Gerüsten, die über beide Schleusenkammern hinwegreichten, vier Thorflügel zu bedienen, und zwar am Aufsen- und Binnenhaupt entweder vier Fluththor- oder vier Ebbethorflügel. Die Krahnfahrbahnen waren über die Seitenmauern der Schleusenmauern hinaus vorgekragt, sodafs mit den Krahnen die auf den hinter den Seitenmauern verlegten Zufahrtsgleisen herangebrachten Eisentheile gehoben und demnächst nach der Verwendungsstelle verfahren und daselbst abgesenkt werden konnten.

Zur Sicherung der Gerüste gegen die von Stürmen auf sie selbst und auf die in der Aufstellung begriffenen Thorflügel ausgeübten Druckkräfte mufsten besondere Vorkehrungen getroffen werden. In die Mittelgerüste wurden wagerechte zwischen diese beiden Zangen hindurchgeschobene Balken auf der anderen Zange aufliegend wagerecht lagen. Sobald über diese Balken zwischen dem Thorflügel und den Böcken Bohlen gestreckt wurden, war eine Arbeitsbühne fertig gestellt. Die Längszangen wurden von vornherein in solcher Zahl angebracht, dafs alle bei der Aufstellung der Thore vorkommenden Arbeiten von den Bühnen aus bewerkstelligt werden konnten. Die wagerechten Balken und die Bohlenbeläge wurden jedoch nur in halber Anzahl beschafft.

Die Gerüste haben sich durchweg bewährt, selbst dem orkanartigen Sturm am 12. Februar 1894, dessen Windgeschwindigkeit zeitweise bis über 40 m stieg, haben sie standgehalten. Auch sind während der Aufstellung der Thore keinerlei Unfälle vorgekommen.

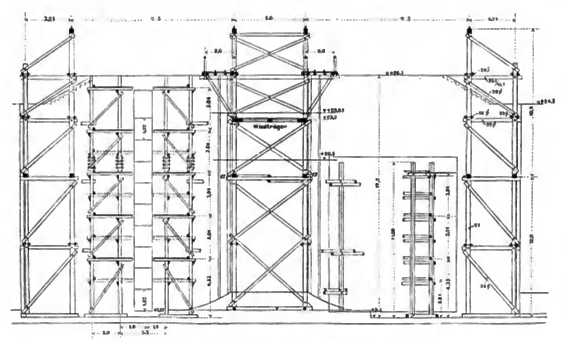


Abb. 209. Gerüst für die Aufstellung der Brunsbütteler Thore. 1 : 225.

Fachwerkträger eingebaut, die ihre Auflager in kastenförmigen Vertiefungen erhielten, die zu diesem Zweck in den drei Schleusenmauern ausgespart waren. Diese Windträger waren möglichst hoch angeordnet, damit die Thorflügel wirksam gegen sie abgestützt werden konnten, und die Enden der Auflager waren in den Aussparungen sorgfältig mit Holz verkeilt. Die seitlichen Krahngerüste hatten keinen besonders ausgebildeten Windverband, wohl aber wurden sie gegen die Schleusenmauern abgestützt. Etwa 3 m unter den Krahnfahrschienen waren am Mittelgerüst beiderseitig Laufstege angeordnet, die zum Verkehr über die Schleusen benutzt wurden.

Die kleinen Arbeitsgerüste bestanden aus einzelnen Böcken, die auf der Thorkammersohle aufgestellt und durch wagerechte Längszangen mit einander verbunden wurden. Auf der den Thorflügeln zugekehrten Seite der Böcke war in den verschiedenen Höhen je eine Zange angebracht (Text-Abb. 206), während auf der den Thorflügeln abgekehrten Seite je zwei Zangen derartig mit den Böcken verbunden waren, dafs

Der Zusammenbau der Thorgerippe vollzog sich Dank der grofsen Sorgfalt und der Sachkunde, mit der das ausführende Werk auf die Erleichterung der Aufstellungsarbeiten Bedacht genommen hatte, rasch und sicher. Insbesondere kam diesen Arbeiten zu statten, dafs die Nietarbeit auf der Baustelle, wie bereits bei der Beschreibung der einzelnen Thore erwähnt wurde, auf ein Mindestmafs beschränkt worden war. Nach dem vollständigen Zusammenbau der Thorgerippe wurden zunächst die Versteifungen der Hautbleche und bei den Fluththoren auch die Kümpelwände des Einsteigeschachtes eingebracht und dann die Beplattung der Thore ausgeführt. Während dieser Arbeiten wurden auch die Dichtungs- und Stemmleisten, sowie die Schutzhölzer an den Thorflügeln befestigt. Da die Stemmleiste an der Wendesäule und ebenso die Wendenische in den Berührungsflächen genau nach einem Cylinder gekrümmt sein mufsten, war das Nacharbeiten der Granitquadern der Wendenische unter die vertraglichen Verpflichtungen der Unternehmerin für die Lieferung und Aufstellung der Thore mit aufgenommen worden. Um die Bear-

beitung der Stemmleiste und der Wendenische mit Sicherheit derartig ausführen zu können, dafs das Zusammenpassen der Berührungsflächen bei sorgfältiger Arbeit von vornherein, also ohne wiederholtes Versuchen, gewährleistet war, geschah sie mit Hülfe eines eisernen Lineals, das auf dem Spurzapfen der Thore ruhte und, von ihm und dem Halslager geführt, genau so gedreht werden konnte, wie später der betreffende Thorflügel bewegt wird. Um dem Lineal trotz seiner grofsen Länge ausreichende Steifigkeit zu geben, hatte es einen prismatischen Querschnitt erhalten. Die Entfernung der Schneide des Lineals von seiner Drehachse war bekannt, es genügte also, den Abstand von der Schneide bis zur Wendenische genau zu messen und den gewonnenen Mafsen entsprechend soviel von den Quadern der Nische abzuarbeiten, bis die Berührungsfläche zwischen Nische und Stemmleiste genau cylindrisch war. Da infolge der Sprödigkeit des Granits kleine Abweichungen von der mathematisch genauen Cylinderform nicht zu vermeiden waren, wurde das Lineal nach Beendigung der Nischenbearbeitung wieder eingesetzt und die Entfernung zwischen Linealschneide und Nische in gleichmäfsig über die Höhe der Stemmleiste vertheilten Abständen gemessen. Nach diesen Mafsen wurde dann die Leiste bearbeitet. Das Verfahren hat sich derartig bewährt, dafs bei keinem einzigen der 48 aufgestellten Thorflügel ein Wiederentfernen des in seine endgültige Stellung eingefahrenen und auf das Spurlager abgesenkten Thorflügels nothwendig gewesen ist.

War ein Thorflügel auf seinem Lager auf dem Thorkammerboden vollständig fertig gestellt, dann wurde er auf seine Dichtigkeit geprüft. Dies geschah durch Einlassen von Wasser in jede einzelne Abtheilung des Thor-Inneren. Diese Proben waren insofern nicht ganz zuverlässig, als der vom Wasser ausgeübte Druck an vielen Stellen die umgekehrte Richtung hatte, wie es bei dem Betriebe der Thore der Fall ist, trotzdem kann das Verfahren zur Nachahmung empfohlen werden. Als das Wasser in die Schleusen eingelassen wurde, erwiesen sich die Thore mit Ausnahme weniger Stellen als dicht, und dieses günstige Ergebnifs wird in erster Linie dem Nachstemmen aller bei den Proben vorgefundenen undichten Niete und Nähte zu verdanken sein. Allerdings war das Verfahren ziemlich zeitraubend und auch nicht ganz billig, da zum Füllen der Thorflügel mit Wasser auf der Baustelle besondere, theilweise ziemlich lange Rohrleitungen hergestellt werden mufsten.

Erst nach Beendigung der Dichtigkeitsproben wurden die Thore in ihre endgültige Stellung gebracht. Dies geschah mit Hülfe von zwei vierrädrigen Wagen, die mit Hebe- und Senkungsvorrichtungen versehen waren und in den Text Abb. 207 und 208 zur Darstellung gebracht sind. Die Wagen bewegten sich auf einer mit starken Bohlen unterlegten Schienenbahn, die schon während des Zusammenbaues der Thorflügel als Unterlage für die den untersten Riegel unterstützenden Klotzlager und Schraubenwinden gedient hatte. Als Hebevorrichtung jedes Wagens dienten zwei Hebeschrauben, deren Spindeln durch Schneckengetriebe bewegt wurden. Die beiden Spindeln jedes Wagens trugen gemeinschaftlich ein schmiedeeisernes Querstück, das etwa in der halben Höhe zwischen den beiden untersten Riegeln durch rechteckige Löcher hindurch gesteckt wurde, die in der vorderen und hinteren Thorhaut hergestellt waren. Die Wagen bestanden aus vier mit einander verschraubten Theilen, nämlich aus zwei Wangen mit je zwei Laufrädern nebst einer Hebeschraube und zwei Querverbindungen, die unter den Thoren hindurch gingen. Nachdem die Wagen aufgestellt waren, wurden zunächst die Spindeln solange gedreht, bis die Querstücke den Thorflügel von den Lagern, auf denen er bisher geruht hatte, so weit abgehoben hatten, dafs diese Unterstützungen entfernt werden konnten. Dann wurden die Thorflügel in die Nischen eingefahren und schliefslich durch Zurückdrehen der Schraubenspindeln auf den Spurzapfen abgesenkt und mit den Halslager-Verankerungen verbunden. Während dieser ganzen Zeit wurden die Thorflügel mittels Flaschenzügen an dem Gerüst geführt, um ein Umkippen der hohen Thore zu verhüten. Nachdem sie dann erst noch an zwei Stellen unterklotzt worden waren, wurden die Schraubenspindeln weiter zurückgedreht und die Wagen abgebaut. Das Unterklotzen hatte einmal den Zweck, den Spurzapfen und den Halszapfen zu entlasten, dann aber sollte auch vermieden werden, dafs die Thorflügel frei in der Schleuse hingen und unter der Einwirkung ihres Gewichtes Verbiegungen erlitten, die auf das Undichtwerden der Niete und Nähte hinwirken mufsten, die aber nach Inbetriebnahme der Schleusen wegen der dann eintretenden entlastenden Wirkung der Luftkammern in diesem Mafse nicht auftreten können. Das Unterbringen der Wagen, das Anheben, Einfahren und Absenken der Thore und die Entfernung der Wagen nahm für jeden Thorflügel durchschnittlich etwa drei Tage Zeit in Anspruch.

Während des Anhebens und Einfahrens der Thorflügel ruhte ihr ganzes Gewicht auf den beiden Querhäuptern. Die Thorhaut mufste an den Stellen, wo sich die Löcher für die durchgesteckten Querstücke der Wagen befanden, durch aufgenietete Bleche verstärkt werden, da der auf die Oberseite der Löcher entfallende Flächendruck zu grofs wurde. Nach dem Einfahren der Thorflügel wurden die Löcher durch aufgenietete Blindflansche verschlossen.

Die so fertig gestellten Thorflügel wurden vor dem Einlassen des Wassers in die Schleusen einmal in die Thornische hinein- und ebenso an den Drempel herangedreht. Zur Bewegung der Thore wurden Schraubenwinden benutzt, die an dem untersten Riegel angriffen und sich gegen Bohlen stützten, die auf der Thorkammersohle verlegt waren. Auch während dieser Drehungen ruhten die Flügel nicht allein auf dem Spurzapfen, sondern sie bewegten sich auf einer gut geschmierten, aus Eisenblechen gebildeten Gleitbahn, die um etwa ein Drittel der Thorlänge von der Schlagsäule entfernt angeordnet war. Das Herandrehen der Thore an den Drempel ermöglichte es, die Dichtungsleisten an der Wendesäule und dem untersten Riegel zu einem genauen Schlufs mit dem Schleusenmauerwerk zu bringen und die Stemmleisten an den Schlagsäulen der Fluththore und die Stemmkörper an den obersten Riegeln der Ebbe- und Sperrthore so zu bearbeiten, dafs die Thore erst zum Stemmen kommen, wenn sie am Drempel anliegen.

Wie schon bei der Beschreibung der Bauausführung der Gründungs- und Maurerarbeiten für die Brunsbütteler Schleusen und zwar auf Seite 428 u. ff. des Jahrganges 1896, insbesondere auf Seite 452, näher dargelegt worden ist, sind die Seitenmauern der Brunsbütteler Schleusen stark gesackt und haben dabei eine nach hinten übergeneigte Lage ange-

nommen, die z. B. bei dem Aufsenhaupt der südlichen Schleuse das Mafs von 1 : 123 erreichte. Dieselbe Neigung hatten die Laufbahnen für die Endunterstützungsrollen der zur Bewegung der Thore dienenden Zahnstangen und die Sohle der in den Seitenmauern angelegten Maschinenkammern angenommen. Unter diesen Umständen hätte der senkrechte Einbau der Thorflügel mancherlei Schwierigkeiten mit sich gebracht, und es wurde deshalb der Entschlufs gefafst, den Thorflügeln die Neigung der betreffenden Theile der Seitenmauern zu geben. Dadurch blieb die senkrechte Lage der Zahnstangen zu der Thorachse und der planmäfsige Eingriff aller Getriebe ohne weiteres erhalten, es mufs aber der Schwerpunkt der Thorflügel beim Oeffnen derselben der Neigung der Mauern entsprechend gehoben werden. Da die Bewegungsvorrichtungen der Thore reichlich stark bemessen sind, so unterlag dies keinem Bedenken.

Thores wurde durch ein Flacheisen geschlossen, das in einen zu diesem Zweck in dem Holzfutter an den Schlagsäulen der Seitenmauer-Thorflügel hergestellten, mit Winkeleisen gesäumten Schlitz eingeschoben wurde. Trotzdem in Holtenau keinerlei Bewegungen der Schleusenmauern eingetreten sind, wurden auch dort die Ebbe- und Sperrthore so hergerichtet wie in Brunsbüttel, um sie später jederzeit daselbst verwenden zu können.

Einige Tage vor dem Einlassen des Wassers in die Schleusen, das in Holtenau Anfang August, in Brunsbüttel Anfang September 1894 erfolgte, erhielten sämtliche Thorflügel neue Unterklotzungen, die aus vollständig mit Wasser gesättigtem Holz angefertigt wurden, um ein späteres Aufquellen der Hölzer zu verhindern. In jede Unterklotzung war ein Doppelkeil eingelegt und an einem der beiden Keile war ein Drahtseil angebracht, das nach den Schleusen-

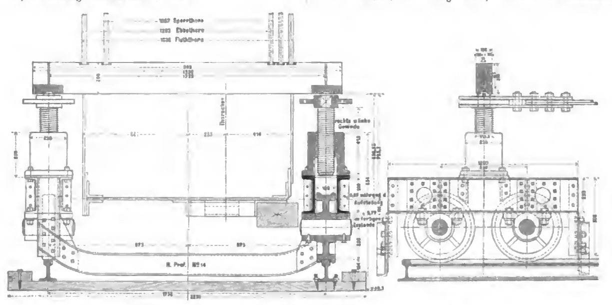


Abb. 207. Hintere Ansicht und Querschnitt. Abb. 208. Seitenansicht.

Wagen zum Einfahren der Thorflügel. 1:20.

Eine Folge des schiefen Einbaues der zu den Seitenmauern gehörigen Thorflügel war, dafs die sämtlichen Wendenischen der Seitenmauern nachgearbeitet und die Stemmleisten an der Schlag- und Wendesäule dieser Fluththorflügel sowie die Stemmkörper an den obersten Riegeln dieser Ebbe- und Sperrthorflügel aufgefuttert werden mufsten. Bei den Wendesäulen der Fluththorflügel ist die Auffutterung der Stemmleiste durch eine überall gleich starke eichene Bohle, die zwischen die Wendesäule und die Stemmleiste eingelegt wurde, bewirkt. Bei der Schlagsäule wurde die Fuge durch ein vom Drempel nach der Thoroberkante an Stärke zunehmendes hölzernes Keilstück geschlossen, das leicht abnehmbar angeordnet wurde, um es bei etwaigen weiteren Bewegungen der Seitenmauern, durch die eine andere Neigung der Thorflügel herbeigeführt wird, durch einen anderen, besser passenden Keil ersetzen zu können. Die stählernen Stemmkörper der fraglichen Ebbe- und Sperrthorflügel wurden durch Aufschrauben eines ebenfalls stählernen Stückes aufgefuttert, der keilförmige Schlitz zwischen den beiden Schlagsäulen eines

mauern hinaufführte. Mit Hülfe dieser Seile sollten die Keile unter den Thoren herausgezogen werden, sobald in den Schleusen der normale Wasserstand erreicht und infolge des Auftriebes der Luftkammern eine Entlastung der Unterklotzungen eingetreten war. Bei einzelnen Flügeln gelang auch das Entfernen der Keile, und die Unterklotzungen schwammen auf, zumeist aber erwiesen sich die Drahtseile als zu schwach, und die Flügel mufsten mit Hülfe der unterdessen angebrachten Zahnstangen von den Unterklotzungen befreit werden. Dieses war vorausgesehen worden, und die Doppelkeile waren deshalb sämtlich so verlegt worden, dafs sie sich lösten, wenn die Thorflügel nach den Nischen zu bewegt wurden.

Die Ersatzthore wurden auf dem Liegeplatz gegenüber der Betriebswerkstatt in Rendsburg in wagerechter Stellung zusammengebaut und ebenso auf ihre Dichtigkeit geprüft, wie es oben beschrieben worden ist.

Der Anstrich der Thore wurde theils im Werk, theils auf der Baustelle hergestellt. Im Werk wurde aufser dem Leinölfirnifs-Anstrich, der auf die einzelnen, gut gereinigten

Eisentheile vor ihrer Zusammensetzung aufgebracht wurde, nur ein Grundanstrich aus reiner Bleimennige auf den zum Versand fertigen Thortheilen hergestellt. Nachdem die Thorflügel vollständig fertig gestellt und auf ihre Dichtigkeit geprüft waren, wurden aufser einem zweiten Bleimennige-Anstriche noch zwei Anstriche mit Kohlentheer aufgebracht. Die Wahl von Kohlentheer für die Deckanstriche hat sich nach den bisherigen Erfahrungen als zweckmäfsig herausgestellt.

Die Gesamtkosten der Thore für die Schleusen in Brunsbüttel und Holtenau einschliefslich der Ersatzthore und einiger Ersatztheile haben nach der Abrechnung mit der ausführenden Gesellschaft rund 2333000 ℳ betragen. In der nachfolgenden Zusammenstellung sind einige Angaben über die Gewichte usw. und die Kosten je eines Flügels der verschiedenen Thore gemacht, dabei sind die Gewichte auf kg, die Inhalte auf cbdm, die Flächen auf qdm und die Geldbeträge auf volle Mark abgerundet:

14,10 m, die der Sperrthorflügel mit 14,18 m in Ansatz gebracht.

Zu Spalte 12: Die Schützen der Sperrthore sind nicht berücksichtigt.

Die Fluththore in Holtenau und die Ebbethore für Brunsbüttel und Holtenau sind für annähernd denselben Wasserüberdruck berechnet und bieten deshalb eine günstige Gelegenheit zur Vergleichung der Gewichte von Riegelthoren und Ständerthoren. Wie die Spalte 4 der Zusammenstellung zeigt, haben die Ebbe- und die Fluththorflügel annähernd dasselbe Gewicht, dabei ist die Fläche eines Fluththorflügels erheblich gröfser, sodafs von vornherein anzunehmen gewesen wäre, ein Fluththorflügel müfste viel schwerer sein als ein Ebbethorflügel. Bei der Berechnung der Thorfläche ist die Höhe der Fluththore bis zur Oberkante der äufseren Thorhaut, die der Ebbethore aber nur bis zur Mitte des oberen Riegels gerechnet worden. Bringt man auch bei den Ebbethoren die Höhe der geschlossenen Blechwand in Ansatz,

1. Bezeichnung der Thore	2. Gewicht der Verankerung	3. Kosten der Verankerung	4. Gewicht der Eisentheile der Thorflügel ohne Verankerung	5. Kosten der Eisentheile der Thorflügel ohne Verankerung	6. Kosten der Lenz-Vorrichtungen	7. Kosten der Lüftungs-Vorrichtungen	8. Inhalt der Holztheile	9. Kosten der Holztheile	10. Gesamtkosten eines Thorflügels	11. Fläche eines Thorflügels	12. Kosten von 1 qm Thorfläche
	t	ℳ	t	ℳ	ℳ	ℳ	cbm	ℳ	ℳ	qm	ℳ
Fluththore:											
a) Brunsbüttel . . .	4,217	1329	124,456	41913	5382	895	4,694	1455	50662	221,37	229
b) Holtenau	4,010	1275	92,206	31145	4343	831	4,824	1495	39176	183,30	214
Ebbethore	3,170	988	92,687	30888	1908	945	4,099	1269	37220	143,68	259
Sperrthore	3,751	1170	76,233	25681	504	590	11,800	3658	33574	144,49	232

Zu den einzelnen Spalten der Zusammenstellung ist noch folgendes zu erwähnen:

Zu Spalte 2: Die Gewichtsangabe umfafst sämtliche Stahl-, Schmiedeeisen- und Gufseisentheile der Spur- und Halslager einschliefslich der Verankerungen und der an den Thorflügeln befestigten Theile, sowie die Verankerungen der Schutzketten an den Fluth- und Ebbethoren und der Gegengewichtsketten der Sperrthore.

Zu Spalte 4 und 5: Hier sind auch die Schutzketten und die Gegengewichtsketten, sowie die Stemmkörper an den Ebbe- und Sperrthoren berücksichtigt, die Gegengewichte der Sperrthore dagegen nicht.

Zu Spalte 8 und 9: Die Schützen der Sperrthore sind in die Angaben nicht eingeschlossen. Die acht Schützen eines Thorflügels haben einschliefslich der Schützenketten und der unteren Kettenrollen nebst Schutzkasten rund 7000 ℳ gekostet.

Zu Spalte 10: Die Spalten 3, 5, 6, 7 und 9 ergeben zusammen eine kleinere Zahl, weil in Spalte 10 auch die Kosten der Cementestriche und einige andere, kleinere Beträge mit enthalten sind. Bei den Sperrthoren umfafst die Preisangabe die Schützen nicht.

Zu Spalte 11: Die Höhe der Thorflügel ist überall von der Drempeloberkante ab und bei den Fluththoren bis zur Oberkante der äufseren Thorhaut, bei den Ebbe- und Sperrthoren bis zur Mitte des oberen Riegels gemessen worden. Die Länge der Fluth- und Ebbethorflügel ist mit

trotzdem diese Höhe beim Schleusenbetriebe nie zur Ausnutzung gelangen kann, dann erhöht sich die Fläche der Ebbethore auf rund 158 qm, bleibt also noch immer um 25 qm oder um rund 14 v. H. hinter der Fläche der Holtenauer Fluththore zurück.

Bisher ist auf Grund theoretischer Erwägungen immer angenommen worden, dafs Ständerthore bei gleichen Wasserstandsunterschieden und gleichen Berechnungsannahmen leichter werden als Riegelthore mit derselben Fläche. Bei den Thoren des Kaiser Wilhelm-Canals stellt sich aber heraus, dafs das Gewicht der Flächeneinheit der Ständerthore höher ist als bei den Riegelthoren. Dieser auffällige Umstand bedarf der Erklärung, die im folgenden versucht werden wird.

Bei den Riegelthoren konnte die Stärke der Thorhaut in jedem Riegelfelde dem dort herrschenden Wasserdrucke entsprechend bemessen werden, bei den Ständerthoren hat die Haut dagegen nur zwei verschiedene Stärken erhalten, die je nach dem auf den untersten Theil der Bleche einwirkenden Wasserdruck berechnet wurden. Die Thorhaut ist also verhältnifsmäfsig zu stark; sie hätte dem Wasserdruck besser angepafst werden können, dann hätten aber mit der gröfseren Zahl der Stöfse auch mehr zu dichtende und dicht zu haltende Niete und Nähte in den Kauf genommen werden müssen.

Der Querschnitt der Ständer wird nicht ausgenutzt. Während die Riegel bei dem höchsten Wasserüberdruck durchweg für eine Beanspruchung von annähernd 1200 kg/qcm berechnet sind, treten in den Ständern nur Höchstbean-

spruchungen von rund 750 kg auf. Die Ständer sind also überflüssig schwer, und dem liefs sich, da die Breite der Thore durch anderweitige Rücksichten bestimmt war, nur dadurch abhelfen, dafs man die Ständerentfernung vergröfserte. Dann wären aber die Versteifungen der Thorhaut noch schwerer geworden, als sie es jetzt schon sind. Sie wiegen der Querverbindungen wegen erheblich mehr als bei den Fluththoren. In diesen drei Momenten wird das Mehrgewicht der Ständerthore im wesentlichen begründet sein.

(Fortsetzung folgt.)

Der Umbau der Bahnanlagen in Köln a. Rh.

Nach amtlichen Quellen bearbeitet vom Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Kiel in Köln.

(Mit Abbildungen auf Blatt 33 bis 35 im Atlas.)

I. Geschichtliche Entwicklung der Kölner Bahnanlagen.

1. 1837 bis 1856 (Abb. 1 u. 5 auf Bl. 33 u. 34). Der Unternehmungsgeist für den Bau von Locomotivbahnen regte sich in Köln bereits in der ersten Hälfte der dreifsiger Jahre. Angeregt durch einen von der belgischen Regierung im Jahre 1832 aufgestellten Plan für ein zusammenhängendes belgisches Eisenbahnnetz bildete sich 1833 in Köln ein Comité für den Bau einer Bahn von Köln nach der belgischen Grenze, in dessen Auftrage der Bauinspector Henz einen allgemeinen Entwurf aufstellte. Meinungsverschiedenheiten zwischen den Bürgern Kölns und Aachens über die zweckmäfsigste Linienführung verzögerten den Fortgang, sodafs es erst 1837 zur Bildung der „Rheinischen Eisenbahngesellschaft" mit dem Sitz in Köln kam. Derselben wurde durch Allerhöchste Cabinetsordre vom 21. August 1837 die Genehmigung zum Bau und Betrieb einer Bahn von Köln über Aachen nach der belgischen Grenze ertheilt. Dieses ist die erste Genehmigung in Preufsen für eine Locomotiveisenbahn, welche wirklich zur Ausführung gelangt ist. In der Betriebseröffnung haben allerdings zwei andere einen Monat später genehmigte Bahnen der Rheinischen den Rang abgelaufen, nämlich die am 29. October 1838 eröffnete Berlin-Potsdamer Bahn und das am 20. December eröffnete Theilstück Düsseldorf-Erkrath der Linie Düsseldorf-Elberfeld. Von der Rheinischen Bahn wurden die ersten 7 km bei Köln am 2. August 1839, die Strecke Köln-Aachen am 6. September 1841 und die ganze Bahn bis zur belgischen Grenze bei Herbesthal mit Anschlufs an das bereits 500 km lange belgische Bahnnetz am 15. October 1843 dem Verkehr übergeben.

Als Endpunkt der Rheinischen Bahn in Köln war in der Genehmigungsurkunde der „Freihafen", d. i. der am Rheinufer zwischen der jetzigen festen und der Schiffbrücke belegene Zollhof (in Abb. 1 Bl. 33 u. 34 mit *C* bezeichnet) festgesetzt. Die Geldnoth, in der sich die Gesellschaft während der ersten Jahre befand, sowie sonstige Schwierigkeiten verzögerten jedoch die Ausführung des zwischen der Stadt und dem Rhein gelegenen Stückes. Daher wurde an der Nordseite der Stadt in der Nähe der Umwallung und des Rheines ein vorläufiger Bahnhof bei *A* errichtet. Die Ueberführung der Wagen von hier nach dem Zollhof erfolgte lange Zeit auf einem Pferdebahngleise. Der endgültige Personenbahnhof am Trankgassenthor (*B* in Abb. 1 Bl. 33 u. 34) wurde erst im Jahre 1857, zu einer Zeit, wo die Verlegung an eine andere Stelle bereits beschlossen war, eröffnet. Der vorläufige Güterbahnhof aufserhalb der Umwallung (*A*) blieb auch nach Fertigstellung des Bahnhofs am Zollhof (der Rheinstation) unter dem Namen „Thürmchensbahnhof" noch bestehen.

Gleichzeitig mit der von Köln nach Westen führenden Rheinischen Eisenbahn war auch eine von Köln in östlicher Richtung führende Linie genehmigt und zwar der in Minden ansässigen Rhein-Weser-Eisenbahngesellschaft (21. August 1837). Diese Gesellschaft löste sich jedoch bald auf, ohne für die Förderung des Unternehmens erhebliches geleistet zu haben. Nunmehr nahm die Rheinische Eisenbahn-Gesellschaft den Plan auf und liefs, unterstützt von der Staatsregierung, umfangreiche Vorarbeiten ausführen. Aeufsere Gründe veranlafsten die Gesellschaft jedoch, als solche auf das Unternehmen zu verzichten, und nun bildete sich aus denselben Theilnehmern der Generalversammlung, welche die Erbauung der neuen Linie durch die Rheinische Eisenbahn abgelehnt hatten, am 9. October 1843 die neue Köln-Mindener Eisenbahn-Gesellschaft mit dem Sitze in Köln. Der Anfangspunkt dieser Bahn lag auf dem rechten Rheinufer in der Stadt Deutz (bei *H* in Abb. 1 Bl. 33 u. 34), dem geplanten Endbahnhof der Rheinischen Bahn gegenüber. Die Strecke Deutz-Düsseldorf wurde am 20. December 1845 und die ganze Linie bis Minden mit Anschluss an die Hannoversche Staatsbahn im Jahre 1847 dem Verkehr übergeben. An diese Stammlinien gliederten sich bald Seitenlinien zum Theil von bedeutender Länge an, zuerst die im Jahre 1856 eröffnete Linie Oberhausen-Emmerich mit Anschluss an die niederländische Staatsbahn nach Amsterdam und Rotterdam.

Im Vergleich zu den beiden vorgenannten Linien mit ihren Anschlüssen an fremde Bahnen hatten zwei andere in diesem Zeitraum entstandene Bahnen mehr örtliche Bedeutung.

Die eine derselben führte von Köln nach Süden und hatte lange Zeit Bonn zum Endpunkt. Sie war von der 1840 gebildeten, in Bonn ansässigen Bonn-Kölner Eisenbahn-Gesellschaft erbaut und am 15. Februar 1844 eröffnet. Ihr Kölner Endbahnhof „St. Pantaleon" lag im Südwesten der Stadt innerhalb der Umwallung (bei *D* auf Abb. 1 Bl. 33 u. 34). Die Bahn wurde 1854 und 1855 um 14 km bis zu dem dem Siebengebirge gegenüber gelegenen Rolandseck verlängert.

Für die vierte der Kölner Bahnen, die nach Norden führte und Crefeld zum Endpunkt hatte, bildete sich erst im Jahre 1853 nach langen Vorverhandlungen die Köln-Crefelder Eisenbahn-Gesellschaft mit dem Sitz in Köln. Der Bau wurde von einer Königlichen Baucommission in Köln geleitet. Die Eröffnung erfolgte in den Jahren 1855 und 1856. Die Leitung des Betriebes übernahm die in Aachen ansässige Königl. Eisenbahn-Direction der (später in das Bergisch-Märkische Eisenbahn-Unternehmen aufgegangenen) Aachen-Düsseldorf-Ruhrorter Bahn, an welche die Köln-Crefelder Bahn in Neufs und Crefeld An-

schlufs hatte. Der Endpunkt in Köln lag in unmittelbarer Nähe des vorläufigen Bahnhofs der Rheinischen Bahn, dessen freigewordene Theile mit benutzt wurden (bei *E* in Abb. 1 auf Bl. 33 u. 34).

2. 1856 bis 1859 (Abb. 2 auf Bl. 33 u. 34). So finden wir im Jahre 1856 in Köln vier Eisenbahnen, deren Richtungen den Hauptbimmelsrichtungen entsprachen. Jede derselben hatte eine eigene Verwaltung und war mangels einer Schienenverbindung in ihrem Verkehr von den übrigen Bahnen vollständig abgesondert. Hierin trat eine vollständige Umgestaltung ein, als in der ersten Hälfte der fünfziger Jahre Deutschland sich von dem wirthschaftlichen Niedergange, den die Mifsernte und die politischen Unruhen der Jahre 1848 und 1849 bewirkt hatten, wieder zu erholen begann und der Unternehmungsgeist neu erwachte. Die Köln-Mindener Eisenbahn-Gesellschaft unternahm infolge dessen auf Grund der ihr im Jahre 1855 ertheilten Genehmigung die Herstellung einer Bahn von Deutz in südöstlicher Richtung nach Giefsen mit Anschlufs an die Bahn Hannover-Cassel-Frankfurt und die Erbauung einer festen Rheinbrücke zwischen Köln und Deutz. Diese Rheinbrücke sollte nach dem damaligen Entwurf neben einer Fahrbahn für den Strafsenverkehr nur für ein Eisenbahngleis eingerichtet und am westlichen (Kölner) Flufsufer mit dem etwa 10 m tiefer liegenden Bahnhofe der Rheinischen Bahn durch ein Hebewerk verbunden werden.

Auch bei der Rheinischen Eisenbahn-Gesellschaft, die unter der Ungunst der Zeit besonders schwer gelitten und ihr verhältnismäfsig hohes Anlagecapital bis dahin nur sehr schwach verzinst hatte, regte sich neue Unternehmungslust. Durchdrungen von der Ueberzeugung, dafs mit der Gröfse des Bahnnetzes die Aussicht auf Ertragsfähigkeit wachse, liefs sie sich im Jahre 1856 folgendes genehmigen:

1) Die Verschmelzung der Bonn-Kölner und der Köln-Crefelder Bahn mit ihrem eigenen Unternehmen, sowie die Verlängerung der ersteren rheinaufwärts bis zum Anschlufs an die hessische Ludwigsbahn bei Bingen und der letzteren bis zur holländischen Grenze bei Nymwegen.

2) Die Herstellung von Verbindungslinien in Köln, und zwar einerseits zwischen ihrer Stammlinie und der Köln-Bonner Bahn durch eine um die Stadt führende „Ringbahn", sowie anderseits zwischen ihrem Bahnnetz und dem der Köln-Mindener Bahn mittels einer durch das Innere der Stadt führenden „Stadtbahn".

An der äufseren Verbindungsbahn wurde von der Rheinischen Bahn der „Centralgüterbahnhof Köln-Gereon" (bei *F* in Abb. 2 Bl. 33 u. 34) und „an der Stadtbahn" in der Nähe des Domes der Centralpersonenbahnhof (bei *G*) angelegt und 1859 eröffnet. Gleichzeitig mit dem Personenbahnhof wurde auch die neue von der Köln-Mindener Bahn nach einem erweiterten Entwurf zweigleisig erbaute Rheinbrücke dem Betrieb übergeben und dadurch das Gleisnetz der Köln-Mindener und der Rheinischen Bahn unmittelbar mit einander verbunden.

Die alten Bahnhöfe der Rheinischen Bahn, nämlich der Thürmchensbahnhof, die Rheinstation und der Pantaleonsbahnhof wurden für den Ortsgüterverkehr beibehalten, jedoch von Köln-Gereon, wo alle Güterzüge begannen oder endigten, bedient. Der Personenverkehr der Rheinischen Bahn wurde — abgesehen von einer vorübergehenden beschränkten Benutzung des Pantaleonsbahnhofs — ausschliefslich nach dem Centralbahnhof gelegt. Dagegen erfuhr der Bahnhof Deutz der Köln-Mindener Bahn durch die Neuanlagen in Köln nur insofern eine Entlastung, als die Berliner Schnellzüge in den Centralpersonenbahnhof Köln eingeführt wurden. Die Personenzüge der Stammlinien und der in den Jahren 1859 bis 1861 eröffneten Deutz-Giefsener Bahn, sowie alle Güterzüge endigten oder begannen nach wie vor auf dem rechten Rheinufer. Für die zu übergebenden Güterwagen wurden besondere Uebergabefahrten zwischen Köln-Gereon und dem Verschubbahnhof Deutzerfeld der Köln-Mindener Bahn eingerichtet.

3. Die Umbaupläne bis zur Verstaatlichung der grofsen Privatbahnen (Abb. 3 Bl. 33 u. 34). Die in den Jahren 1856 bis 1859 erbauten Kölner Bahnhofsanlagen haben über dreifsig Jahre hindurch einen inzwischen erheblich gesteigerten Verkehr, ohne dafs wesentliche Erweiterungen vorgenommen wurden, zu bewältigen vermocht. Indessen stellten sich doch, als mit der Verdichtung und Ausdehnung des Rheinischen Eisenbahnnetzes auch der Verkehr auf den in Köln einmündenden Stammlinien immer mehr wuchs, der ordnungsmäfsigen Durchführung des Personenverkehrs manche Schwierigkeiten entgegen. Dazu kam, dafs im Jahre 1875 noch die von 1865 bis 1871 schrittweise eröffnete Eifelbahn Trier-Euskirchen durch Verlängerung bis zu dem unweit Köln an der Bingener Linie gelegenen Bahnhof Kalscheuren als vierte Linie in den Bahnhof Köln eingeführt wurde.

Den Anstofs zu längeren Verhandlungen über die weitere Umgestaltung der Kölner Bahnhofsanlagen gab die Entwicklung des Eisenbahnnetzes auf dem rechten Rheinufer in der Nähe Kölns. Hier hatte bereits im Jahre 1865 die Bergisch-Märkische Eisenbahngesellschaft den Bau einer von der Düsseldorf-Elberfelder Linie bei Haan (Gruiten) abzweigenden Linie, welche die Doppelstadt Elberfeld-Barmen in kürzester Verbindung mit Köln bringen sollte, begonnen und versucht, die Genehmigung zur Mitbenutzung der vorhandenen Rheinbrücke für ihre Personenzüge zu erlangen. Dieser Plan scheiterte jedoch an dem Widerspruche der Eigenthümerin der Brücke, der Köln-Mindener Eisenbahn, die den Wettbewerb der anderen Gesellschaft fürchtete. Daher konnte die Bergisch-Märkische Zweigbahn im Jahre 1868 nur bis Mülheim a. Rh. eröffnet werden. In den folgenden Jahren wurde sie nach Deutz verlängert, und zwar wurde 1872 ein vorläufiger Endbahnhof (bei *J* in Abb. 3 Bl. 33 u. 34) und erst 1882 der endgültige Personenbahnhof „Deutz-Schiffbrücke" (bei *K*) eröffnet. Erst nach der Verstaatlichung der Bergisch-Märkischen Bahn ist die Linie dann noch weiter verlängert worden bis zum Anschlufs an die Deutz-Giefsener Bahn bei Kalk (eröffnet 1886, Abb. 4 Bl. 33 u. 34).

Die Bergisch-Märkische Bahn verfolgte jedoch ihre Absicht auf das linke Rheinufer in die Stadt Köln vorzudringen weiter, indem sie 1871 der Staatsregierung den Plan zur Herstellung einer zweiten im Süden Kölns anzulegenden Rheinbrücke mit einem besonderen, von dem Rheinischen unabhängigen Bahnhof im Westen der Stadt vorlegte. Die Staatsregierung veranlafste infolge dessen von neuem Verhandlungen zwischen den drei grofsen Eisenbahngesellschaften, um die Herstellung eines gemeinschaftlichen Bahnhofs für alle das linke Rheinufer bei Köln berührenden Personenzüge durchzusetzen. Gegen einen in diesem Sinne von der Bergisch-Märkischen Bahn umgearbeiteten Entwurf eines neuen gemeinschaftlichen Bahnhofs im Westen der Stadt erhob die Rheinische Eisenbahn lebhaften Widerspruch, da sie nicht gesonnen war, ihre bevorzugte Lage am Dom im verkehrsreichsten Theil der Stadt aufzugeben. Ebensowenig

war sie auch geneigt, die Züge der Bergisch-Märkischen Bahn oder eine vermehrte Zahl von Zügen der Köln-Mindener Bahn in ihren Personenbahnhof aufzunehmen, da derselbe wegen der bevorstehenden Mehrbelastung durch die Vergröfserung des eigenen Bahnnetzes hierzu nicht imstande sei. Wohl wies sie auf die Möglichkeit hin, dafs die anderen Gesellschaften einen neuen Personenbahnhof neben dem ihrigen errichten könnten. Doch wurde auch dieser Plan nicht weiter verfolgt, da die Köln-Mindener Eisenbahn sich gegen die Mitbenutzung der Rheinbrücke durch die Bergisch-Märkische wehrte. Da nun während dieser Verhandlungen auch die Frage einer Hinausschiebung der Festungswerke der Stadt Köln in Flufs gekommen war, bis zu deren Klärung keine Entscheidung über neue Bahnanlagen in Köln getroffen werden konnte, so nahm die Bergisch-Märkische einstweilen auch von der Verfolgung ihres Planes, in Köln einen eigenen Bahnhof zu errichten, Abstand.

Eine neue Anregung zur Einführung weiterer Züge vom rechten Rheinufer nach Köln ging dann von der Rheinischen Eisenbahn-Gesellschaft selbst aus. Nachdem dieselbe bereits im Jahre 1864 im Süden durch die Eröffnung der Coblenzer Rheinbrücke und 1865 im Norden durch die Eröffnung der Bahn Hochfeld-Speldorf-Essen auf dem rechten Rheinufer festen Fufs gefafst und sich dort mehr und mehr ausgebreitet hatte, hatte sie sich im Jahre 1873 eine grofse Zahl neuer Linien auf dem rechten Rheinufer genehmigen lassen. Von diesen wurde besonders die Herstellung der Nordsüdlinie von Speldorf nach Troisdorf, welche 1874 dem Verkehr übergeben wurde und zusammen mit der schon 1870 und 1871 eröffneten Strecke Troisdorf-Niederlahnstein eine Parallelbahn zu der linksrheinischen Linie Crefeld-Coblenz bildete, eifrig betrieben (Abb. 3, Bl. 33 u. 34). Dieselbe ging in etwa 3,5 km Entfernung von Köln vorbei, ohne in der Nähe einen Anschlufs an das linksrheinische Netz zu haben. Allerdings hatte sich die Rheinische Eisenbahn 1873 gleichfalls die Genehmigung zum Bau einer festen Rheinbrücke im Norden der Stadt Köln ertheilen lassen. Da indessen die Lage dieser Brücke für ihre Personenzüge insofern ungünstig gewesen wäre, als der Hauptbahnhof dann auch für diese Linien Kopfbahnhof geworden wäre, so knüpfte sie 1874 mit der Köln-Mindener Bahn Verhandlungen über die Genehmigung zur Mitbenutzung der vorhandenen Rheinbrücke an. Diese scheiterten jedoch daran, dafs die letztere als Gegenleistung nicht allein die Einführung sämtlicher Köln-Mindener Züge in den Rheinischen Personenbahnhof, sondern auch Zusicherungen, die den Wettbewerb der Rheinischen Bahn im Ruhrbezirk einschränken sollten, verlangte. Als infolge dessen die Rheinische Eisenbahngesellschaft 1875 sich an den Handelsminister wandte, um durch dessen Vermittlung die Nachbargesellschaft „im allgemeinen Verkehrsinteresse" zur Einräumung des Mitbenutzungsrechtes zu zwingen, benutzte dieser die Gelegenheit, die Einführung der Bergisch-Märkischen Züge gleichfalls wieder anzuregen. Bei den hierüber geführten Verhandlungen wurde die Leistungsfähigkeit der Rheinbrücke für den gesamten Verkehr von den Technikern aller drei Verwaltungen ausdrücklich anerkannt, dagegen die des Kölner Bahnhofs in dem damaligen Zustande verneint. Auf Anordnung des Ministers wurde nun zunächst von den Technikern der Rheinischen Bahn und hierauf von dem der Köln-Mindener Bahn angehörigen Oberbaurath Funk im August 1876 ein neuer Entwurf für einen gemeinschaftlichen Bahnhof bearbeitet. Letzterer enthielt bereits die Grundzüge des zur Ausführung gelangten Planes. Insbesondere zeigt derselbe die Form eines Inselbahnhofs, bei welchem die Wartesäle und die Abfertigungsräume in zwei verschiedenen Gebäuden, und zwar die ersteren in Bahnsteighöhe mitten zwischen den theils durchgehenden, theils stumpf endigenden Gleisen, und die letzteren einige Meter tiefer in Höhe der städtischen Strafsen aufserhalb des Bahnkörpers untergebracht sind.

Dieser Plan fand im allgemeinen die Zustimmung aller Betheiligten. Nur eine wichtige Frage blieb ungelöst: die Vertheilung der Kosten auf die betheiligten Verwaltungen. Vor allem leugnete die Rheinische Eisenbahn, ein erhebliches Interesse an dem Neubau zu haben, indem sie behauptete, dafs der bestehende Bahnhof für ihre eignen Zwecke ausreiche und dafs die durch Kreuzung der städtischen Strafsen in Schienenhöhe sich ergebenden Mifsstände keineswegs so grofs seien, dafs ihr zu deren Beseitigung so bedeutende Ausgaben zugemuthet werden könnten.

4. Der Umbau nach der Verstaatlichung der Privatbahnen (Abb. 4 Bl. 33 u. 34). Diese kaum zu überwindenden Schwierigkeiten wurden durch den in dieser Zeit eingeleiteten und im Jahre 1879 zum Abschlufs gebrachten Erwerb der Köln-Mindener und der Rheinischen Eisenbahngesellschaft durch den Staat beseitigt, indem nunmehr die Staatsregierung die Ausführung des Umbaues auf Staatskosten in die Hand nahm. Indessen führte die Frage der zweckmäfsigsten Anordnung und der günstigsten Lage des Personenbahnhofs noch zu längeren Verhandlungen, sowie zu lebhaften Erörterungen im Abgeordnetenhause, in der Bürgerschaft und in der Presse. So wurde, um die neue Anlage in gröfserem Umfang ausführen zu können, vorgeschlagen, den Personenbahnhof in das Gebiet der Stadterweiterung, deren Zustandekommen inzwischen durch den Beschlufs, die Festungswerke hinaus zu schieben, gesichert war, zu verlegen und an der Stelle des alten Personenbahnhofs einen Zwischenbahnhof für die vom rechten Rheinufer kommenden Züge zu belassen. Anderseits wurde der Versuch gemacht, unter Beibehaltung der Lage am Dom die Leistungsfähigkeit des Bahnhofs in betriebstechnischer Hinsicht dadurch zu erhöhen, dafs die Inselform aufgegeben und die mittleren Kopfgleise, die nach dem bisherigen Entwurf auf beiden Seiten des Inselgebäudes (Wartesaalgebäudes) endigten, durchgeführt wurden. Der Vortheil des früheren Entwurfes mit grofsem Mittelbahnsteig, einen Uebergang der Reisenden zwischen den verschiedenen Zügen ohne Gleisüberschreitung und ohne Treppensteigen zu ermöglichen, wäre hierbei aufgegeben. Letzteres wurde jedoch mit Rücksicht darauf, dafs Köln einen besonders starken Durchgangsverkehr besitzt und dafs fast alle durchfahrenden Reisenden hier den Zug wechseln müssen, für so wichtig gehalten, dafs wieder auf die Form des Inselbahnhofs zurückgegangen wurde. Nachdem sich auch die Kölner Stadtverordnetenversammlung für die Beibehaltung der Lage am Dom ausgesprochen hatte, kam Ende Januar 1883 zwischen der Staatsregierung und der Stadt Köln ein Vertrag über die Umgestaltung der Bahnanlagen in Köln zustande. Die Staatsregierung verpflichtete sich durch denselben, nicht allein den Personenbahnhof, sondern die gesamten Bahnanlagen innerhalb der in Aussicht genommenen neuen Umwallung nach einem Plan, welcher die Interessen der Stadt Köln und insbesondere die beabsichtigte Stadterweiterung in hohem Mafse berücksichtigte, umzubauen, während die Stadt zu den Kosten einen Beitrag von einer halben Million Mark zu leisten übernahm. Durch Gesetz vom 21. März 1883 wurden

24 Millionen Mark staatsseitig hierfür bereitgestellt. Die hiernach sich ergebende Gesamtsumme von 24,5 Millionen Mark zeigte sich jedoch bald als unzureichend, da infolge des mächtigen Emporblühens der Stadt Köln in den nächsten Jahren nicht allein der Werth des Grund und Bodens, die Preise der Baumaterialien und die Arbeitslöhne bedeutend stiegen, sondern auch die Anforderungen an die Gröfse und die künstlerische Durchbildung der Anlagen wuchsen. Infolge dessen wurden durch Gesetz vom 6. Juni 1892 weitere 7,4 Millionen Mark bewilligt. Von den Gesamtausgaben von 31,9 Millionen entfallen etwa 11 Millionen auf Grunderwerb. Aus den Veräufserungen der durch den Umbau frei gewordenen Flächen wird dagegen auf einen Erlös von etwa 6 Millionen Mark gerechnet.

Die Eröffnung der neuen Anlagen ist stückweise erfolgt. Zuletzt wurde das Vordergebäude des Hauptbahnhofs (im Mai 1894) dem öffentlichen Verkehr übergeben.

II. Allgemeine Beschreibung des Umbauplanes.
(Abb. 5 u. 6 Bl. 33 u. 34.)

Die Grundzüge des zur Ausführung gelangten Entwurfs sind folgende:

1. Von der Erbauung einer zweiten Rheinbrücke ist Abstand genommen, sodafs sowohl der Personen- wie der Güterverkehr von und nach dem rechten Rheinufer über die beiden Gleise der alten Rheinbrücke geleitet wird. Die Einführung der ehemals Bergisch-Märkischen Linie und der Rheinischen Linie von Speldorf nach Niederlahnstein ist durch Anschlüsse an die beiden Köln-Mindener Linien ermöglicht (vgl. Abb. 4 Bl. 33 u. 34). Die Bergisch-Märkische nach Elberfeld führende Bahn hat nämlich bei Mülheim a. Rh. 5 km von Köln Anschlufs an die Köln-Mindener Stammlinie erhalten. Von der Linie Speldorf-Niederlahnstein ist der nördliche Zweig in die Bergisch-Märkische Bahn bei Opladen (20 km von Köln) und der südliche Zweig in die Deutz-Giefsener Bahn bei Troisdorf (17 km von Köln) eingeführt. Das Zwischenstück Opladen-Troisdorf der früheren Rheinischen Bahn wird von Opladen bis Urbach, wo dasselbe an die Deutz-Giefsener Bahn anschliefst, nur von Güterzügen, von Urbach bis Troisdorf zur Zeit gar nicht benutzt (vgl. Centralblatt d. Bauv., Jahrg. 1887, S. 355).

Sämtliche Personenzüge von Düsseldorf, Giefsen, Elberfeld, Speldorf und Niederlahnstein mit Ausnahme weniger Sonntagszüge fahren zur Zeit in den Bahnhof Köln ein. Der alte Endbahnhof Deutz der Köln-Mindener Bahn (*F* in Abb. 5 Bl. 33 u. 34) ist für den Personenverkehr geschlossen, der Bahnhof „Deutz-Schiffbrücke" der ehemals Bergisch-Märkischen Bahn besteht noch. In denselben laufen aufser einigen Sonntagszügen die Züge der vormals Bergisch-Märkischen Nebenbahn Immekeppel-Bensberg-Mülheim-Deutz ein. Ferner sind einige Anschlufszüge zwischen Mülheim und Kalk über Deutz-Schiffbrücke eingerichtet, die den Bewohnern des rechten Rheinufers ermöglichen, in Mülheim auf die nach Norden und in Kalk auf die nach Süden führenden Bahnen zu gelangen.

2. Von der Rheinbrücke ab ist die Bahnlinie soweit gehoben, dafs sämtliche Strafsen innerhalb der Umwallung — 21 an der Zahl — unterführt werden konnten. Die Lichtquerschnitte der verschiedenen Unterführungen sind in Nr. 2 bis 27 Bl. 33 u. 34 an den entsprechenden Stellen angedeutet. Bei schiefwinkligen Bauwerken sind die schiefen Lichtweiten in Klammern beigefügt. Die Gewinnung der erforderlichen Lichthöhe machte nur bei dem am westlichen Ende des Hauptbahnhofs gelegenen Strafsenzuge Marzellenstrafse-Eigelstein (Nr. 5 in Abb. 6 Bl. 33 u. 34), der bislang in gleicher Höhe mit den Schienen gelegen hatte und zu den verkehrsreichsten in Köln gehört, einige Schwierigkeiten. Obgleich die Strafse unter Aufwendung grofser Kosten zur Entschädigung der Anwohner bis zu 2 m gesenkt wurde, war es doch zur Erreichung der erforderlichen Lichthöhe nöthig, den Gleisen von der Mitte der Rheinbrücke ab bis zur ersten Bahnhofsweiche eine Steigung von 1 : 275 und von da ab durch den ganzen Personenbahnhof hindurch bis zu dieser Unterführung eine Steigung von 1 : 400 zu geben.

3. Der Haupt-Personenbahnhof ist im wesentlichen an seiner alten Stelle verblieben. Er hat jedoch eine Vergröfserung des Bahnplanums von 1,76 Hektar auf 4,27 Hektar (gemessen zwischen Rheinbrücke und Eigelstein) erfahren.

4. Für die Linien von Bingen und Trier und für die von Aachen und Crefeld ist je ein besonderes Gleispaar bis zum Hauptbahnhof durchgeführt. Beide Gleise laufen in der Altstadt, also vom Hauptbahnhof bis zum Hansaring (Nr. 10 in Abb. 6 Bl. 33 u. 34) nebeneinander. Der Bahnkörper ist hier wegen des hohen Preises des Grund und Bodens aus massiven Viaducten hergestellt. Am Hansaring schwenkt die Aachen-Crefelder Linie nach rechts, die Bingener nach links ab.

5. Die erstere gewinnt bald durch Gegenkrümmungen wieder den Anschlufs an die alte Lage. Hierbei senkt sie sich mit 1 : 200, durchbricht die Umwallung fast rechtwinklig und spaltet sich hinter derselben in die beiden Richtungen nach Aachen und nach Crefeld. Unmittelbar hinter diesem Spaltungspunkte münden die Gütergleise in die Personengleise ein. Mehrfache Gleiskreuzungen in Schienenhöhe liefsen sich an dieser Stelle nicht wohl vermeiden, da durch die für das Festungsgebiet geltenden Rayonvorschriften die Herstellung umfangreicher Dämme zur Gewinnung von Unter- und Ueberführungen fast unmöglich gemacht wird.

Zur Sicherung dieses Punktes ist hier daher eine besondere Zugmelde-Station „Grofskreuz" eingerichtet. Hinter „Grofskreuz" ist auch eine eingleisige Verbindungscurve zwischen der Aachener und der Crefelder Linie eingelegt.

6. Die Bingener Linie legt sich, nachdem sie von der Aachener Linie in grofsem Bogen abgeschwenkt ist, unter annähernder Beibehaltung ihrer Höhe an die innere Seite der Umwallung. Auf dieser Strecke sind zwei Personenhaltestellen, Köln-West und Köln-Süd, angelegt (näher beschrieben im Centralblatt der Bauverw., Jahrg. 1891, S. 285). Dicht vor dem Durchbruch durch die Umwallung, welcher im Südwesten der Stadt unter einem Winkel von etwa 50° erfolgt, beginnt die Linie sich mit 1 : 400 und auf kurze Strecke (100 m) mit 1 : 200 zu senken und gewinnt dadurch etwa 1 km hinter der Umwallung den Anschlufs an die alte Linie.

7. In der Gabelung des Bingen-Trierer und des Aachen-Crefelder Gleispaares jenseits des Hansaringes ist der Betriebsbahnhof für den Personenverkehr, in welchem die Aufstellung, Reinigung und Zusammensetzung der leeren Personenzüge, auch die Abwicklung des Eilgut- und des gröfsten Theiles des Postpäckerei-Verkehrs erfolgt, angelegt. Seine Grundfläche beträgt 10,4 Hektar gegen 2,8 Hektar der alten Anlage. Die Verbindung desselben mit dem eigentlichen Personenbahnhof erfolgt durch ein besonderes Gleispaar, das zwischen den Bingen-Trierer und den Aachen-Crefelder Hauptgleisen liegt. In die-

sem Zwickel befindet sich auch in unmittelbarer Nähe des Locomotivschuppens für den Personenverkehr der Güterzuglocomotivschuppen. Der Fufsboden desselben, sowie die den Betriebsbahnhof durchschneidenden Aachen-Crefelder Gütergleise liegen jedoch um etwa 5,7 m niedriger als die übrigen Anlagen.

8. Der Haupt-Güter- und Verschubbahnhof Köln-Gereon ist gleichfalls im wesentlichen auf der alten Stelle an der Innenseite des von den Bingener Personengleisen gebildeten grofsen Bogens geblieben, jedoch durch die Stadterweiterung in das Innere der neuen Umwallung einbezogen. Derselbe ist von 19 Hektar Grundfläche auf 30 Hektar vergröfsert.

9. Die südwestliche kleinere Hälfte dieses Bahnhofes, d. i. die zwischen der Gladbacher und der Aachener Strafse (Nr. 19 und Nr. 22 in Abb. 6 Bl. 33 u. 34) neben den Bingener Hauptgleisen und der Personenhaltestelle Köln-West gelegene Fläche nehmen die Aufstellungsgleise für einfahrende Güterzüge ein. Dieselben liegen in gleicher Höhe mit den Hauptgleisen und sind mit denselben am südwestlichen und am nordöstlichen Ende verbunden. Die südliche Verbindung dient für die Ein- und Ausfahrt der Güterzüge der Richtung Bingen, die nördliche dagegen für die vom rechten Rheinufer kommenden Güterzüge. Letztere benutzen daher, um in den Güterbahnhof Köln-Gereon zu gelangen, von der Rheinbrücke bis zur Gladbacher Strafse die Bingener Hauptgleise.

10. Die nordöstlich von der Gladbacher Strafse gelegene gröfsere Bahnhofshälfte umfafst im wesentlichen die Verschubgleise und den Ortsgüterbahnhof. Dieser Theil fällt von der Gladbacher Strafse ab anfangs mit 1:200, dann mit 1:400, sodafs die am nordöstlichen Ende einmündenden Aachen-Crefelder Gütergleise unter den Bingener Hauptgleisen hindurchgeführt werden können (bei Nr. 17 in Abb. 6 Bl. 33 u. 34).

11. Neben den Bingener Hauptgleisen in der Nähe des Durchbruchs derselben durch die Umwallung ist ein weiterer Orts-Güterbahnhof Köln-Süd unmittelbar neben der gleichnamigen Personenhaltestelle angelegt. Derselbe ist durch ein besonderes den Bingener Hauptgleisen parallel laufendes Gleis mit dem Bahnhof Köln-Gereon, von welchem aus derselbe sämtliche Wagen zugeführt erhält, verbunden.

12. Das eben genannte Verbindungsgleis zwischen Köln-Gereon und Köln-Süd ist durch die Umwallung (bei Nr. 26 u. 27 der Abb. 6 Bl. 33 u. 34) hindurchgeführt und folgt derselben bis ans Rheinufer, wobei die städtischen Thorstrafsen in Pflasterhöhe gekreuzt werden. Den Endpunkt dieser Hafenbahn werden die im Bau begriffenen städtischen Werft- und Hafenanlagen bilden. An dieser Bahn ist noch ein Ortsgüterbahnhof Köln-Bonnthor angelegt, der gleichfalls von Köln-Gereon bedient wird.

13. Der alte Endbahnhof der Bonner Linie, Köln-Pantaleon (*D* auf Abb. 1 u. 5 Bl. 33 u. 34), ist infolge dessen aufgehoben. Ebenso wird die Rheinstation, der alte Endbahnhof der Linie Köln-Aachen (*B* auf Abb. 1 u. 5 Bl. 33 u. 34), binnen kurzem aufgehoben werden, sobald die städtischen Hafenanlagen im Süden der Stadt fertiggestellt sein werden. Zur Zeit wird die letztgenannte Station unter Benutzung der vorübergehend wieder hergestellten alten Crefelder Linie vom Bahnhof Nippes aus bedient.

14. Gang der Bauausführung. Bevor zu der Einzelbeschreibung übergegangen wird, mag noch einiges über den Gang der Bauausführung gesagt werden, da die Rücksichtnahme hierauf in mehreren Punkten den Entwurf beeinflufst hat.

Eine vorläufige Verlegung des Personen- und des Güterbahnhofes, um deren Flächen für den Neubau von vornherein verfügbar zu machen, zeigte sich unter den vorliegenden Verhältnissen nicht durchführbar. Daher mufste der Umbau in der Weise vorgenommen werden, dafs unter kleinen Verschiebungen der alten Anlage zunächst auf den zur Erweiterung bestimmten Flächen ein Theil der Neuanlage hergestellt und in Benutzung genommen wurde. Die hierdurch erreichte Entlastung der alten Anlage gestattete eine entsprechende Einschränkung derselben und weiteren Ausbau der Neuanlage. Die Ausführung einer gröfseren Zahl vorläufiger Einzelbauten war hierbei allerdings nicht zu vermeiden.

In dieser Weise wurde zunächst von der Rheinbrücke beginnend der nordöstliche Theil der Neuanlage, nämlich:

a) der an der Maximinenstrafse — also auf der dem Stationsgebäude abgewandten Seite — liegende Theil des Hauptpersonenbahnhofs (Abb. 2 auf Bl. 35);

b) diejenige Hälfte der Viaducte in der Altstadt, welche jetzt die Aachen-Crefelder Personengleise trägt, ferner

c) ein Theil des Betriebsbahnhofs einschliefslich des Wagenschuppens, des einen Flügels des Eilgutschuppens und des tiefliegenden (für den Güterzugdienst bestimmten) Locomotivschuppens, endlich

d) der Anschlufs an die alte Aachener und Crefelder Linie ausgebaut.

Die zunächst fertiggestellte Hälfte des neuen Personen-Bahnhofs erhielt aufser den endgültigen Gleisen Nr. 6b, VII, VIII und 9 noch ein vorläufiges Kopfgleis neben 6b (Abb. 2 Bl. 35) und reichte damit für die Aufnahme der Aachener und Crefelder Züge, sowie der Züge des rechten Rheinufers, deren Zahl damals noch beschränkt war, vollständig aus. Die Bahnsteige wurden gröfstentheils durch hölzerne Hallen überdeckt. Der Bingener und Trierer Verkehr verblieb noch eine Zeit lang im alten Bahnhof, und das alte Bahnhofsgebäude wurde so lange für die Fahrkartenausgabe, die Gepäckabfertigung und die Wartesäle weiter benutzt. Von hier aus gelangten die Reisenden, welche die Aachener, die Crefelder und die rechtsrheinischen Züge benutzen wollten, über eine breite Holztreppe auf den neuen, um 3 m höher gelegenen Bahnhofstheil, während das Gepäck und die Postsendungen einen durch Dampfbetriebenen vorläufigen Aufzug oder eine mit etwa 1:25 steigende Rampe benutzten.

Auf der westlichen Hälfte der Rheinbrücke mufste einige Monate vor und nach der Ueberleitung des rechtsrheinischen Verkehres auf den neuen Bahnhof eingleisiger Betrieb stattfinden, um die Gleise hier höher legen zu können. Die rechtsrheinischen Güterzüge gelangten während dieses Abschnittes nur auf gröfserem Umwege in den alten Güterbahnhof Gereon. Dieselben mufsten in der neuen Crefelder Linie bis zur Station Nippes vorfahren und dann in der bisherigen Crefelder Linie (in Abb. 5 Bl. 33 u. 34 gestrichelt) zurücksetzen.

Nachdem der alte Personenbahnhof von dem Aachener, dem Crefelder und dem rechtsrheinischen Verkehr entlastet war, konnte derselbe eingeschränkt und die Neuanlage unter Benutzung des hierdurch verfügbar gewordenen Geländes so erweitert werden, dafs drei weitere Kopfgleise für den linksrheinischen Verkehr in vorläufiger Lage gewonnen wurden (schraffirte Fläche in Abb. 2 Bl. 35). Dieselben wurden zunächst am Eigelstein an das bereits im ersten Bauabschnitte hergestellte östliche Gleispaar, also dasjenige, welches jetzt ausschliefslich dem Aachen-

Crefelder Verkehr dient, angeschlossen. Gleichzeitig wurden die neuen Bingener Hauptgleise am Hansaring mit diesem Gleispaar verbunden. Hierzu war es erforderlich, die noch bestehenden alten Aachen-Crefelder Gütergleise (im Stadtplan Abb. 5 Bl. 33 u. 34 gestrichelt) mittels hölzerner Ueberbrückung zu überschreiten. Dann wurde auch der Bingener Verkehr in den neuen hochgelegenen Theil des Personenbahnhofs eingeführt und der Rest der Gleise des alten Hauptbahnhofs aufgenommen. Bald wurde auch das alte Bahnhofsgebäude beseitigt, nachdem für dasselbe in folgender Weise ein vorläufiger Ersatz geschaffen war. (Abb. 2 Bl. 35). Die Fahrkarten-Ausgabe und die Gepäckabfertigung wurden in den Viaductträumen, die unter dem zuerst hergestellten Theil des Bahnhofs an der neuen Maximinenstrafse in grofser Ausdehnung hergestellt waren, untergebracht.

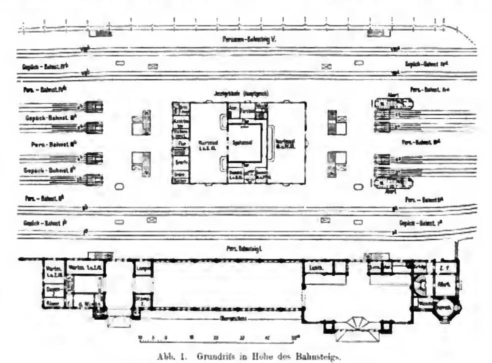


Abb. 1. Grundrifs in Höhe des Bahnsteigs.

Empfangsgebäude auf dem Hauptbahnhofe in Köln.

Die Zufahrt bildete die genannte Strafse, die neu erbaut und dem Eingang zum Bahnhof gegenüber durch einen 57 m langen und 31 m breiten Platz zur Aufstellung von Droschken vorläufig erweitert war. Auf die Bahnsteige gelangte man durch vorläufige Treppen, die in den bereits fertiggestellten Theil der neuen Personentunnel eingebaut waren. Die Wartesäle waren in ähnlicher Weise wie bei der endgültigen Ausführung, jedoch nur in der Ausdehnung der alten Wartesäle in einem besonderen Gebäude, das auf dem Bahnsteig aus Fachwerk südöstlich von der Baustelle des neuen Wartesaalgebäudes errichtet war, untergebracht. Für die Stationsdiensträume war ein besonderes kleines Gebäude nordwestlich vom späteren Inselgebäude auf dem Bahnsteig hergestellt. Nach Inbetriebnahme dieser Anlagen konnte der letzte Theil des alten Personenbahnhofs beseitigt werden. — In ähnlicher Weise mufste der Umbau des Güterbahnhofs schrittweise ausgeführt werden.

Dafs diese Art des Umbaues, auf deren Einzelheiten einzugehen zu weit führen würde, an die Betriebsbeamten besonders hohe Anforderungen stellte, leuchtet ein. Die häufigen Aenderungen in der Betriebsweise, die Einführung neuer und die Abschaffung alter Signale machten in kurzen Zeitabschnitten eine grofse Zahl neuer Dienstanweisungen erforderlich. Die Abwicklung des Güterverkehrs zum Theil in den alten tiefliegenden und zum Theil in den neuen hochliegenden Gleisen bedingte zahlreiche, oft recht umständliche Fahrten zur Verbindung beider Theile. Dank der Aufmerksamkeit aller Betheiligten ist es gelungen, die Ueberführung von dem alten in den neuen Zustand ohne irgend einen erheblichen Unfall oder eine nennenswerthe Verkehrsstörung durchzuführen.

Bei der nachfolgenden Besprechung von Einzelheiten mufs, da für die Veröffentlichung nur ein beschränkter Raum zur Verfügung steht, darauf verzichtet werden, auf die Hochbauten des Hauptbahnhofs sowie der Personenbahnhöfe Köln-Süd und Köln-West und auf die Strafsenunterführungen, da diese Theile bereits im Centralbl. d. Bauv. (Jahrg. 1894 S. 217 u. 229 und Jahrg. 1891 S. 285 u. 1890 S. 467) besprochen sind, näher einzugehen.

III. Der Haupt-Personenbahnhof.

(Vgl. Abb. 1 auf Bl. 35.)

1. Gesamtanordnung. Für die Baustelle des Hauptbahnhofs lagen gewisse Grenzpunkte fest. Die Einmündung der rechtsrheinischen Linien war durch die Rheinbrücke gegeben. In der Achse derselben erhebt sich 245 m vom Brückenportal entfernt der Chor des Domes. Diese Lage zwang zu einer scharfen Abschwenkung der Gleise, da gefordert war, dafs der Bahnkörper von der Domterrasse 38 m entfernt bleibe. Weiterhin mufste ein gewisser Abstand von der Mariä Himmelfahrtkirche innegehalten werden. Auch wurde es vermieden, das Gelände des katholischen Priesterseminars anzuschneiden, da der

ganze oder theilweise Ankauf desselben in jener Zeit aufserordentliche Schwierigkeiten gemacht haben würde. Auf der anderen Seite ergab sich die Begrenzung des Bahnhofs durch die zulässigen Grenzen der Krümmung in den von der Rheinbrücke kommenden Gleisen. Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse war eine Entfernung zwischen den äufsersten durchgehenden Gleisen von mehr als 72,5 m nicht wohl zu gewinnen. Die gesamte Breite des Bahnhofsplanums ergab sich dann einschliefslich der beiden äufseren Bahnsteige zu 92,5 m.

Da die Baustelle hiernach sehr beengt war, so wurde davon abgesehen, ein bestimmtes Programm für die Aufnahme von Zügen von vornherein festzulegen. Es war vielmehr in dem zwischen der Staatsregierung und der Stadt Köln abgeschlossenen Vertrage vorgesehen, dafs der neue Bahnhof sämtliche in Köln beginnenden und endigenden Züge der linksrheinischen Linien und von den rechtsrheinischen Zügen diejenigen, welche über den Rhein hinüber geführt würden, aufnehmen sollte. Wie viele rechtsrheinischen Züge danach einzuführen seien, war der Zukunft überlassen um so mehr, als hierbei auch die Interessen der damals noch selbständigen Stadt Deutz zu berücksichtigen waren. Wie erwähnt, werden zur Zeit sämtliche regelmäfsig verkehrenden rechtsrheinischen Züge mit Ausnahme der der Nebenbahn nach Immekeppel in den Kölner Bahnhof eingeführt.

Auf der so zur Verfügung stehenden Baustelle sind Gleise und Bahnsteige für die gleichzeitige Aufstellung von 14 Zügen geschaffen. Dieselben sind folgendermafsen angeordnet. (Abb. 1 Bl. 35.) Die an beiden Bahnhofs-Enden einmündenden Hauptgleise entwickeln sich in je acht Bahnhofsgleise. Von diesen sind die beiden äufseren Gleispaare von einem zum anderen Bahnhofs-Ende durchgeführt. Die mittleren vier Gleise endigen dagegen stumpf. Hierdurch ist in der Mitte des Bahnhofs eine geräumige Bahnsteigfläche von 105 m Länge zwischen den Enden der rechtsrheinischen und der linksrheinischen Kopfgleise und von 50 m Breite zwischen den nächstgelegenen durchgehenden Gleisen gewonnen. In der Mitte derselben erhebt sich das sogenannte Inselgebäude (Text-Abb. 1)*), welches die Wartesäle und die Stationsdiensträume enthält, während von jeder der beiden Schmalseiten aus drei Personenbahnsteige sich fingerförmig zwischen die Kopfgleise erstrecken. Da in jedem der durchgehenden Gleise zwei Züge Platz haben, ist die Möglichkeit vorhanden, an diesem Hauptbahnsteig und seinen Ausläufern gleichzeitig zwölf Eisenbahnzüge aufzustellen. Zwischen diesen zwölf Zügen sowie den Wartesälen und den Stationsräumen wickelt sich der Verkehr der Reisenden und Beamten ohne Gleisüberschreitung und ohne Benutzung von Treppen ab.

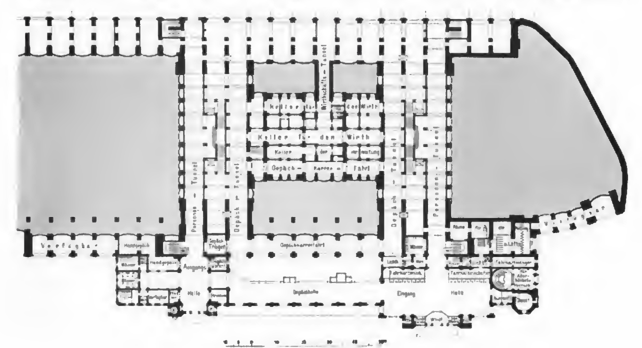


Abb. 2. Grundrifs des Untergeschosses.

Empfangsgebäude auf dem Hauptbahnhofe in Köln.

Die beiden äufseren der durchgehenden Gleise haben an den Aufsenseiten besondere Bahnsteige erhalten. Die Bahnsteige und das Inselgebäude sind durch eine weit gespannte mittlere Halle, deren Binderfüfse zwischen den durchgehenden Gleisen stehen, und zwei kleinere seitliche Hallen in solcher Länge überdacht, dafs die linksrheinischen Kopfgleise 120 m, die rechtsrheinischen jedoch nur 25 m unter die Halle reichen. Die weitere Ueberdachung der rechtsrheinischen Bahnhofshälfte wird binnen kurzem erfolgen, sodafs dann auch von den rechtsrheinischen Kopfgleisen eine Länge von je 140 m überdeckt sein wird.

Um zur Stadt zu gelangen, müssen die Reisenden auf Treppen zu einem der beiden Tunnel, die den Bahnhof in seiner ganzen Breite durchziehen, hinabsteigen (Text-Abb. 2). Die beiden Tunnel münden auf der dem Schwerpunkt der Stadt

*) Text-Abb. 1 u. 2 sind dem Centralblatt d. Bauverwaltung Jahrg. 1894 S. 230 entnommen, wo auch die Hochbauten eingehender beschrieben sind.

zugekehrten Seite in das sogenannte Vordergebäude, welches die Abfertigungsräume enthält und mit dem Bahnhofsvorplatz gleiche Fufsbodenhöhe hat. Die fast dreieckige Gestaltung des Vorplatzes und die einseitige Lage der Hauptzufahrtstrafse (der Trankgasse) wies auf eine unsymmetrische Gestaltung des Vordergebäudes hin. Daher ist derjenige Gebäudetheil, der an der Breitseite dieses Platzes in der Achse des dem Dom zunächst — also in der rechtsrheinischen Bahnhofshälfte — gelegenen Tunnels liegt, wesentlich bevorzugt und als geräumige Eingangshalle ausgebildet. In derselben sind die Fahrkartenschalter angeordnet. Der Gebäudetheil am Ende des zweiten Tunnels ist wesentlich kleiner und wird, da er in der Regel nur von Reisenden, die vom Bahnhof zur Stadt gehen, benutzt wird, als Ausgangshalle bezeichnet.

Zwischen der Eingangshalle und der Ausgangshalle liegt im Vordergebäude der Gepäcksaal, der sowohl die Gepäckannahme (auf der Seite der Eingangshalle) wie die Gepäckausgabe enthält. Die unmittelbare Zusammenlegung beider ist für die grofse Zahl von Reisenden, die nach kurzem Aufenthalte in Köln eine Fahrkarte zur Weiterfahrt lösen und dann ihr Gepäck, ohne es sich aushändigen zu lassen, weiter abfertigen, besonders bequem.

Von dem Gepäcksaal gehen zwei Gepäcktunnel parallel mit den Personentunneln und in gleicher Fufsbodenhöhe mit denselben quer durch den Bahnhof hindurch. Sie sind mit den Bahnsteigen durch Druckwasser-Aufzüge verbunden. Zwischen jedem der Gepäcktunnel und dem benachbarten Personentunnel ist ein Zwischenraum von reichlich 8,0 m gelassen. Innerhalb desselben sind die nach dem Hauptbahnsteig führende Treppe und die für die Kopfgleise bestimmten Gepäckaufzüge derartig angeordnet, dafs die unteren, in Tunnelhöhe gelegenen Zufahrten zu diesen Aufzügen unter dem oberen Treppenarm hindurch gehen. Auf diese Weise ist es erreicht, dafs der Austritt des Gepäcks auf den Bahnsteig nach den Kopfgleisen zu, der der Reisenden nach dem Inselgebäude zu erfolgt, während im Untergeschofs die Lage vom Gepäcktunnel und Personentunnel die umgekehrte ist.

Diese Anordnung bedingt eine gewisse Abhängigkeit zwischen der Länge und der Lage des Inselgebäudes und des Vordergebäudes. Denn sobald die Länge des ersteren feststeht, liegt auch die Entfernung der beiden Tunnel von einander fest, und damit sind die hauptsächlichsten Längenabmessungen des Vordergebäudes gegeben. Die Gesamtlage von Vorder- und Inselgebäude ist mit Rücksicht auf die Umgebung derartig gewählt, dafs einerseits noch ein ausreichender Abstand vom Dom bleibt, anderseits die Ausgangshalle nicht zu sehr von der Mariä Himmelfahrtkirche verdeckt wird. Die rechtsrheinischen Kopfgleise haben hierdurch eine geringere Länge erhalten als die linksrheinischen; doch konnte dieser Mifsstand um so eher in den Kauf genommen werden, als, wie sich nachstehend zeigen wird, die ersteren ohnehin geringere Bedeutung haben als die letzteren.

Zur Aufstellung der Leerzüge und zur Unterbringung der Locomotiven sind aufserhalb des Hauptbahnhofs besondere Anlagen vorhanden. Um die Ein- und Ausfahrt der Leerzüge bei Benutzung der Kopfgleise des Hauptbahnhofs einigermafsen bequem zu gestalten, war die Beschaffung von Aufstellungsgleisen auf beiden Seiten des Hauptbahnhofs geboten. Es ist daher

a) auf der linken Rheinseite, wie erwähnt, hierfür eine gröfsere Anlage der „Betriebsbahnhof" in der Neustadt in der Gabelung der nach Bingen-Trier und der nach Aachen-Crefeld führenden Hauptgleise (vgl. den Uebersichtsplan Abb. 6 Bl. 33 u. 34) geschaffen, während

b) auf dem rechten Rheinufer einige Gleise des Güter- und Vorschubbahnhofs Deutzerfeld, sowie des ehemaligen Personenbahnhofs Deutz hierfür benutzt werden.

In dem zu a genannten Betriebsbahnhof sind auch die Anlagen für den Postpäckerei- und den Eilgutverkehr errichtet. Derselbe ist mit dem Hauptbahnhof durch ein besonderes Gleispaar, das zwischen dem Bingen-Trierer und dem Aachen-Crefelder Gleispaar liegt, verbunden. Dagegen müssen bei den Fahrten zwischen dem Hauptbahnhof und den rechtsrheinischen Aufstellungsgleisen die beiden Hauptgleise (Rheinbrücke) benutzt werden.

2. Betriebsverhältnisse. Ueber die Betriebsverhältnisse im Kölner Hauptbahnhof mögen einige Angaben vorausgeschickt werden. Nach dem Sommerfahrplane 1897 beträgt die Zahl der in Köln täglich ankommenden und abgehenden Personenzüge zusammengenommen, wenn von den nicht täglich fahrenden Zügen abgesehen wird, etwa 240, darunter 90 Schnellzüge. Hieran sind die linksrheinischen und die rechtsrheinischen Linien in fast gleichem Mafse betheiligt. Von diesen fahren nur zwei Zugpaare vom linken auf das rechte Rheinufer und umgekehrt durch. Ferner laufen eine Anzahl dieser Züge Köln an, indem sie Köln als Kopfbahnhof benutzen und zwar:

2 Züge, die von linksrheinischen Linien kommen und nach linksrheinischen zurückkehren und

17 Züge, die von rechtsrheinischen Linien kommen und dahin zurückkehren.

Für den Rest, nämlich 107 linksrheinische und 87 rechtsrheinische Züge bildet Köln den Anfangs- oder Endpunkt. Aufser durch die genannten Personenzüge wird der Hauptbahnhof Köln noch täglich durch 6 und mehr Güterzugpaare, die den Austausch der Güterwagen zwischen Köln-Gereon und Deutzerfeld vermitteln, sowie durch mehrere Eilgutzüge und Viehzüge belastet.

Sämtliche Gleise werden nach Bedarf für ankommende und für abgehende Züge benutzt mit der einzigen Ausnahme, dafs die Abfertigung abgehender Personenzüge auf den Aufsenbahnsteigen vermieden wird. Es dürfte jedoch nicht unzweckmäfsig sein, gewisse Züge wie Arbeiter- und Pilgerzüge oder Sonderzüge dort abzulassen, da für diese die bequeme Verbindung mit dem Wartesaal und den übrigen Gleisen nicht von Belang, dagegen eine Trennung von dem übrigen Verkehr häufig erwünscht ist. Auch für ankommende Personenzüge werden die äufseren Gleise wegen des unbequemen Uebergangs zu den übrigen Zügen weniger benutzt als die übrigen Gleise. Dagegen dienen sie zur Durchführung der Güter- und Eilgutzüge. Die zwischen Köln-Gereon und Deutzerfeld verkehrenden Güterzüge benutzen dabei in beiden Richtungen, also auch in der Richtung Deutzerfeld nach Köln-Gereon das dem Vordergebäude zunächst gelegene Gleis I, da hierbei die Aus- und Einfahrten am westlichen Bahnhofs-Ende weniger gestört werden als bei Benutzung des Gleises VIII.

Auf eine scharfe Trennung der einzelnen Gleise nach Zugrichtungen mufste gleichfalls zur Ermöglichung einer thunlichsten Ausnutzung verzichtet werden, doch ist es naturgemäfs

dafs die nach der rechten Rheinseite fahrenden oder daher kommenden Züge in der Regel in der südöstlichen und die linksrheinischen Züge in der nordwestlichen Bahnhofshälfte abgefertigt werden. Eine weitere Trennung ergiebt sich auf der linksrheinischen Bahnhofshälfte von selbst dadurch, dafs zur Vermeidung unnöthiger Ueberkreuzung von Zugfahrten der Lage der einmündenden Linien entsprechend die Gleise I bis 4 vorzugsweise für Bingener und Trierer Züge und die Gleise 5 bis VIII für Aachener und Crefelder Züge benutzt werden. Diese Scheidung ist um so eher möglich, da sich hierbei für beide Gleisgruppen fast die gleiche Zugzahl ergiebt. Wenn jedoch zu einzelnen Verkehrszeiten die eine oder andere dieser Gruppen besonders stark belastet ist, so wird das nächstgelegene Gleis der anderen Gruppe für dasselbe mit benutzt. Eine ähnliche Scheidung wird zur Erleichterung des Auffindens der Züge auf der rechtsrheinischen Seite durchgeführt, indem auch hier vorwiegend die Gleise I bis 3 für die südlichen über Kalk-Troisdorf nach Niederlahnstein und Giefsen, und die Gleise 4 bis VIII für die nördlichen über Mülheim a. Rh. nach Düsseldorf und Elberfeld führenden Linien benutzt werden. Für diejenigen Züge, die Köln anlaufen oder den Bahnhof durchfahren, ist bei der Wahl des Gleises diejenige Richtung mafsgebend, in welcher der Zug weiter geht, da eine leichte Auffindung der abgehenden Züge für die Reisenden wichtiger ist, als die der ankommenden.

Bei der Wahl der Gleise für jeden einzelnen Zug ist ferner zu berücksichtigen, ob derselbe in Köln wendet oder weiter fährt. Die wenigen Züge, die von der rechten auf die linke Rheinseite übergehen, sind, wenn umständliche Verschubbewegungen vermieden werden sollen, auf die Benutzung der durchgehenden Gleise angewiesen. Diejenigen Züge, die Köln anlaufen, also auf der linken Rheinseite bleiben, oder, wenn sie von rechtsrheinischen Linien kommen, dahin wieder zurückgehen, können sowohl in den durchgehenden wie in den Kopfgleisen abgefertigt werden.

Für die in Köln endigenden und beginnenden Züge kommt bei der Wahl des Gleises in Betracht, ob die Leerzüge auf der rechten oder der linken Rheinseite aufgestellt werden; sie sind danach entweder den durchfahrenden oder den den Hauptbahnhof anlaufenden Zügen gleichzustellen. Soweit angängig, wird die Aufstellung der Leerzüge auf der linken Rheinseite im „Betriebsbahnhof" vorgezogen. Denn hierbei ist es möglich, den Leerzügen die Post- und Eilgutwagen im Betriebsbahnhof einzusetzen oder zu entnehmen, sodafs der Hauptbahnhof hierdurch nicht belastet wird, während bei denjenigen Leerzügen, die auf der rechten Rheinseite aufgestellt werden, diese Wagen mit besonderer Fahrt zwischen Betriebsbahnhof und Hauptbahnhof befördert und in letzterem den Zügen beigestellt oder entnommen werden müssen. Dazu kommt, dafs die Verbindung des Hauptbahnhofs mit dem Betriebsbahnhof ungleich günstiger ist, als mit den rechtsrheinischen Aufstellungsgleisen. Denn während auf dem linksrheinischen Bahnhofs-Ende drei Gleispaare an den Bahnhof anschliefsen, steht auf der rechten Rheinseite für die fahrplanmäfsigen und die Leerzüge, sowie für die Verschubfahrten nur ein einziges Gleispaar zur Verfügung. Zur Zeit werden sämtliche linksrheinischen Leerzüge und etwas mehr als die Hälfte der rechtsrheinischen Leerzüge im Betriebsbahnhof aufgestellt, und nur die kleinere Hälfte der rechtsrheinischen Leerzüge geht nach den Aufstellungsgleisen auf der Deutzer Seite zurück. Die rechtsrheinischen Kopfgleise sind daher für den Betrieb am wenigsten günstig. Dieses findet seinen Ausdruck in der Ausnutzung der Gleise. Denn zur Zeit werden in den durchgehenden Gleisen 46 v. H., in den linksrheinischen Kopfgleisen 35 v. H. und in den rechtsrheinischen Kopfgleisen nur 19 v. H. der Züge abgefertigt. Vielleicht wird sich dieses Verhältnifs verschieben, wenn durch Herstellung der Bahnsteigüberdachung die Benutzung der rechtsrheinischen Kopfgleise wenigstens für die Mehrzahl der den Bahnhof anlaufenden Züge günstiger geworden ist.

3. Einzelheiten des Gleisplanes. Zu dem Gleisplan*) ist noch folgendes zu bemerken. Die ungünstige Lage der Rheinbrücke in der Achse des nahe gelegenen Domes zwang dazu, um überhaupt noch brauchbare Bahnsteiglängen zu erhalten, bei der Gleisentwicklung auf der rechtsrheinischen Bahnhofshälfte in den Einzelheiten manche Freiheiten zu gestatten, die sonst bei Gleisplänen vermieden werden. Es mufs dabei berücksichtigt werden, dafs im Bahnhof Köln alle Züge langsam fahren. Zu diesen Freiheiten gehört:

1. Anwendung scharfer Krümmungen bis zu 180 m Halbmesser abwärts.
2. Anordnung zweier Weichen so dicht hinter einander, dafs die Spitze der einen Weiche unmittelbar an das Herzstück der vorhergehenden anschliefst.
3. Anwendung von Curvenweichen mit zwei in demselben Sinne gekrümmten Strängen.
4. Anschlufs einer scharfen Krümmung unmittelbar an die Weichenspitze ohne Zwischengerade. Letzteres war um so weniger bedenklich, als auf die Ueberhöhung im äufseren Strang derKrümmungen vollständig verzichtet ist, daher die windschiefe Uebergangsrampe am Ende der Krümmung wegfällt.
5. Zulassung von Gegenkrümmungen für die Einfahrt im Gleis I und die Ausfahrt aus Gleis 3a.
6. Zusammenführung der Gleise 3a und 4a und der Gleise 5a bis VIII in ein gemeinschaftliches Gleisstück, wodurch die Einfahrt in das eine und die gleichzeitige Ausfahrt aus dem anderen Gleis derselben Gruppe unmöglich wird.

Die acht Bahnhofsgleise sind auf dem südöstlichen (rechtsrheinischen) Bahnhofs-Ende sämtlich mit dem Einfahrts- und dem Ausfahrtsgleise, und auf dem nordwestlichen Bahnhofs-Ende mit allen sechs daselbst einmündenden Gleisen (dem Gleispaar nach Bingen und Trier, nach Aachen und Crefeld und nach dem Betriebsbahnhof) verbunden. Gelegenheit zur Aufstellung von Verstärkungswagen ist durch einige Nebengleise auf beiden Bahnhofshälften gegeben.

4. Stellwerke. Die Bedienung sämtlicher Weichen und Signale ist auf beiden Bahnhofs-Enden in je ein Stellwerk zusammengelegt. Die Stellwerkposten besitzen in Anlehnung an englische Vorbilder und in Uebereinstimmung mit der Betriebsweise im alten Kölner Bahnhof verhältnifsmäfsig grofse Selbständigkeit. Deshalb ist Stellwerk II mit einem Stations-Assistenten besetzt. Hier wird der ganze Zugmeldedienst wahrgenommen und die Erlaubnifs zur Einfahrt der Züge ertheilt. Die Signale sind daher in keiner Weise unter dem Verschlufs der Station, ebenso

*) In dem Gleisplan Abb. 6 Bl. 33 u. 34 sind die Aenderungen die mit der Ueberdachung der rechtsrheinischen Bahnsteige ausgeführt werden, bereits berücksichtigt. Der auf Abb. 1 Bl. 35 dargestellte Entwurf ist inzwischen etwas geändert.

wenig wirkt diese bei der Freigabe der Streckenblockirung mit. Dagegen sind die beiden Stellwerke insofern von einander abhängig, als Stellwerk I zur Ertheilung der Einfahrterlaubnifs im Gleis I und II zunächst der elektrischen Freigabe der betreffenden Signalhebel seitens des Stellwerks II bedarf, während letzteres bei der Einfahrt in Gleis VII und VIII an die Zustimmung des Stellwerks I gebunden ist.

Die Verständigung zwischen den Beamten im Stellwerk und auf dem Bahnsteig, die nur bei Unregelmäfsigkeiten erforderlich ist, erfolgt in der Regel durch Zuruf. (Neuerdings ist in einer kleinen Holzbude auf dem Bahnsteig ein Fernsprecher angebracht, der die Verbindung mit dem Stellwerk besorgt.) Um diese Verständigung und die Uebersicht über die Bahnsteige zu erleichtern, ist abweichend von anderen Bahnhöfen das Gebäude für das Stellwerk II (auf der linksrheinischen Bahnhofshälfte) am Ende des Mittelbahnsteigs, also in erheblicher Entfernung von den Eingangsweichen errichtet. Die Lage in der Achse des Bahnhofs hat allerdings den Mifsstand im Gefolge, dafs die Stellwerkbeamten die in der Richtung der Sehlinie sich bewegenden Züge weniger gut verfolgen, daher bei besonders ungünstigem Wetter schwer erkennen können, ob die äufsersten etwa 250 m entfernten Weichen von einem ausfahrenden Zug bereits verlassen sind. In solchen Fällen mufs daher die Rückmeldung des betreffenden Zuges von der nächsten Zugfolgestation (Stellw. III, s. Abb. 6 Bl. 33 u. 34), die übrigens in sehr geringer Entfernung liegt, abgewartet werden, bevor Umstellung der Weichen erfolgt.

Der Fufsboden dieses Stellwerkgebäudes liegt 5,9 m über Schienenoberkante. Es enthält 43 Weichenhebel, durch welche die Weichen mittels doppelten Drahtzuges bewegt werden.

Da aus allen acht Gleisen nach drei Richtungen (nach Aachen-Crefeld, nach Bingen und nach dem Betriebsbahnhof) ausgefahren und in umgekehrter Richtung eingefahren werden kann, so müssen durch die Signaleinrichtungen $3 \times 8 = 24$ Ausfahrt- und ebenso viele Einfahrtwege kenntlich gemacht werden. Dieses ist in einigermafsen einfacher Weise nur durch Anwendung von Haupt- und Wegesignalen zu erreichen. Demgemäfs sind für die Einfahrt entsprechend den drei einmündenden Gleispaaren drei Hauptsignale und entsprechend den acht Bahnhofsgleisen acht Wegesignale aufgestellt. In gleicher Weise besitzt für die Ausfahrt jedes der acht Bahnhofsgleise ein besonderes Ausfahrtsignal, und wird die Richtung, wohin die Ausfahrt stattfindet, durch drei Wegesignale bezeichnet. — Die drei Haupteinfahrtsignale befinden sich auf einer Signalbrücke, die alle sechs Gleise in der Nähe der Plankgasse (Nr. 8 auf dem Uebersichtsplan Abb. 6 Bl. 33 u. 34) überspannt. Alle übrigen Signale sind auf einer zweiten Signalbrücke, die unmittelbar an das Stellwerkgebäude anschliefst und von diesem aus zugänglich ist, angebracht. (S. Abb. 1 Bl. 35.) Die drei Wegesignale für die Ausfahrt stehen also in einer Reihe mit den eigentlichen Ausfahrtsignalen. Sie sind durch höhere Maste und durch ihre Stellung mitten vor dem Stellwerkgebäude von den Ausfahrtsignalen genügend unterschieden. Das Signalbild dieser Signalbrücke ist dadurch sehr übersichtlich, dafs für jedes Gleis ein Mast vorhanden ist, welcher auf der einen Seite den Arm für das Einfahrtwegesignal, auf der andern den Arm für die Ausfahrt trägt. Vier dieser Maste stehen rechts und vier links vom Stellwerkgebäude.

Da für die Stellung jedes Signals ein besonderer Hebel vorhanden ist, so hat das Stellwerk II 22 Signalhebel, nämlich elf für Einfahrt und elf für die Ausfahrt. Endlich sind noch, da die Schubstangen zur Verrieglung der Weichenhebel nicht unmittelbar durch die Signalhebel bewegt werden, Fahrstrafsenhebel vorhanden, nämlich je einer für zwei Fahrwege, also zwölf für die Einfahrt und zwölf für die Ausfahrt. Die Gesamtzahl der Hebel im Stellwerkgebäude beträgt also

43 Weichenhebel,
22 Signalhebel,
24 Fahrstrafsenhebel
89 Stück.

Durch den Bezirk des Stellwerks II werden im Laufe eines Tages fahrplanmäfsig 460 Fahrten gemacht. Dazu kommen zahlreiche Verschubbewegungen. Die Gesamtzahl der Hebelbewegungen wird täglich etwa 12000 betragen.

Für die unterirdische Unterbringung der zahlreichen Weichen und Signalleitungen war bei Anwendung der üblichen Bauarten neben den Schwellenköpfen nicht genügender Raum vorhanden. Die Längsleitungen sind daher gröfstentheils oberirdisch geführt, und zwar in mehreren übereinander liegenden Reihen. Die Rollen, auf welchen dieselben laufen, hängen an Consolen, die an den Pfosten der seitlichen Geländer angeschraubt sind.

Das Stellwerk I auf der rechtsrheinischen Bahnhofshälfte soll nach Ausführung der durch die Errichtung der Bahnsteigüberdachung bedingten Gleisveränderung in der auf dem Uebersichtsplan Abb. 6 Bl. 33 u. 34 dargestellten Lage errichtet und ähnlich wie das Stellwerk II mit einer Signalbrücke verbunden werden.

5. Bahnsteige. Die regelmäfsigere Gestaltung der linksrheinischen Bahnhofshälfte, insbesondere die gleichmäfsige gröfsere Breite derselben gestattete hier die Anordnung besonderer Gepäcksteige. Jeder dieser Gepäcksteige dient für zwei Bahnhofsgleise und ist durch Druckwasser-Aufzüge (im ganzen vier) mit dem die linksrheinische Bahnhofshälfte in ganzer Breite durchziehenden Posttunnel verbunden. Die Aufzüge für das Reisegepäck sind, wie bereits erwähnt ist, um die Kreuzung der Gepäckkarrenfahrt im Untergeschofs mit den Personen-Tunneln zu vermeiden, näher an das Inselgebäude gerückt. Vier Gepäckaufzüge liegen auf der linksrheinischen und vier auf der rechtsrheinischen Bahnhofshälfte neben den betreffenden Gepäcktunneln. Durch die Anordnung der genannten Gepäcksteige sind die Personensteige vom Gepäck- und Postkarrenverkehr erheblich entlastet, wenngleich eine vollständige Trennung beider Verkehre nicht erreicht ist. Insbesondere ist es von Nutzen, dafs die leeren z. Z. nicht gebrauchten Karren stets auf den Gepäcksteigen aufgestellt werden können.

Die Bahnsteiglänge neben den Kopfgleisen schwankt zwischen 170 und 220 m. Die Breite der Personenbahnsteige auf der linksrheinischen Seite beträgt 9,1 und 9,2 m. Eine Einengung derselben durch Treppenlöcher findet nirgends statt. Nur die Pfosten der Zugweiser und die aufserhalb der Halle stehenden Masten der elektrischen Lampen behindern etwas die freie Bewegung auf diesen Bahnsteigflächen.

Die Breite der Gepäcksteige zwischen den Kopfgleisen ergiebt sich bei einer Gleisentfernung von 8,5 m zu 5,5 m. Hierbei bleibt in der Mitte noch eine Fahrt frei, wenn zu beiden Seiten Gepäckkarren zur Be- oder Entladung stehen. Die Post-Aufzüge sind in denselben so angeordnet, dafs ihre Mitten 3,5 m bezw. 5,0 m von den Gleisachsen entfernt sind. Da die Geländer, die das Aufzugsloch umgeben, 2 m von Mitte zu Mitte entfernt sind,

ergiebt sich neben dem Aufzuge so viel Raum, dafs während der Vorbeifahrt eines Zuges auf der einen Seite ein Mann noch bequem stehen und auf der anderen Seite ein Post- oder Gepäckkarren vorbeifahren kann. Der Gepäcksteig zwischen den durchgehenden Gleisen auf jeder Seite des Bahnhofs ist um 1 m breiter als bei den Kopfgleisen (Gleisentfernung also 9,5 m), weil er hier durch die Füfse der Hallenbinder erheblich eingeschränkt wird. Der Aufsenbahnsteig hat 8 m Breite, wird aber stellenweise durch die Treppenlöcher eingeschränkt.

Am Ende der vier linksrheinischen Kopfgleise sind Druckwasserprellböcke von Hoppe in Berlin aufgestellt. Diese sind schon mehrere Male in Wirkung getreten und haben ihre Aufgabe, einen noch in mäfsiger Bewegung befindlichen Zug ohne allzu heftige Stöfse zum Stehen zu bringen, vollständig erfüllt. Natürlich sind dieselben dem Anprall eines in voller Fahrgeschwindigkeit befindlichen Zuges auch nicht annähernd gewachsen, und daher wird durch Radtaster in den Einfahrtgleisen dauernd darüber gewacht, dafs die Locomotivführer rechtzeitig die vorgeschriebene Ermäfsigung der Geschwindigkeit eintreten lassen. Die rechtsrheinischen Kopfgleise endigen bis jetzt noch in gewöhnlichen Prellböcken. Hier erschien die Aufstellung der vollkommeneren Druckwasser-Prellböcke nicht in gleicher Weise dringlich, weil die lebendige Kraft der Züge bereits durch die um 8,5 m ansteigende rechtsrheinische Brückenrampe, die Steigung von etwa 40 cm im Bahnhof selbst und die scharfen Krümmungen an der Einfahrt erheblich vermindert wird. Doch soll die Aufstellung von Wasserprellböcken nunmehr auch hier erfolgen.

6. Personen-, Gepäck- und Posttunnel. Untergeschofs des Hauptbahnhofs (s. Text-Abb. 2 bis 5). Die allgemeine Anordnung der Personen- und Gepäcktunnel ist bereits unter Nr. 1 dieses Abschnitts besprochen. Insbesondere wurde dort hervorgehoben, dafs die Entfernung der beiden Personentunnel durch die Länge des Inselgebäudes bestimmt wird, ferner dafs die Gepäcktunnel innerhalb der beiden Personentunnel liegen und dafs zwischen jedem Gepäcktunnel und dem benachbarten Personentunnel ein Zwischenraum von etwa 8 m zur Aufnahme der Haupttreppe und zweier Gepäckaufzüge belassen ist. Im einzelnen mag noch folgendes erwähnt werden: Die Personentunnel sind durch den Bahnhof in seiner ganzen Breite hindurchgeführt, um auch den an der Maximinenstrafse gelegenen äufseren Bahnsteig noch mit einer Treppe zugänglich zu machen. Von den beiden in den Text-Abb. 1 und 2 angedeuteten Treppen dieses Bahnsteigs (Bahnsteig V in den Abbildungen) mufste jedoch diejenige, welche von dem auf die Eingangshalle mündenden Tunnel ausgeht, während der ersten Ausführung fortgelassen werden, weil der betreffende Theil des Viaductes in dem ersten Bauabschnitt, wo Vorfahrt und Eingang zum Bahnhof auf der Rückseite desselben lagen, als vorläufige Fahrkartenausgabe (vgl. Abschnitt II unter 14) benutzt wurde. Die nachträgliche Ausführung dieser Treppe ist bis jetzt unterblieben. Daher ist der hintere Theil des betr. Tunnels jenseits der Haupttreppe für den öffentlichen Verkehr vollständig gesperrt. Der zweite, auf die Ausgangshalle mündende Tunnel ist z. Z. auch von der Maximinenstrafse aus zugänglich und als öffentlicher Verkehrsweg für Fufsgänger zur Verbindung der auf beiden Seiten liegenden Stadttheile freigegeben.

Die durch die Binder der Bahnsteighalle gegebene Achstheilung von 8,5 m ist auch im Unterbau durchgeführt. Die Länge des Inselgebäudes umfafst sechs dieser Achsen ($6 \times 8,5 = 51$ m). Hieran schliefsen sich beiderseitig drei überwölbte Achsen von je 8,5 m Weite an. Die inneren bilden die Gepäcktunnel, die äufseren die Personentunnel. In den mittleren liegen die beiden Haupttreppen und die zu den Kopfgleisen gehörigen Gepäckaufzüge. Im übrigen wird die mittlere Achse zur Lagerung von Gepäckstücken, Aufbewahrung von Inventarien und dergl. benutzt.

Die Pfeiler und die Decke aller Tunnel sind massiv hergestellt (Abb. 6 und 7 Bl. 35). Die lichte Weite derselben ergiebt sich aus der Achsweite nach Abzug einer mittleren Stärke der Zwischenpfeiler von 1,5 m zu etwa 7,0 m. Zwischenstützen innerhalb der einzelnen Tunnel sind vermieden. Die Tunnelsohle liegt vom Vordergebäude bis zur Haupttreppe wagerecht in der Höhe des Fufsbodens des Vordergebäudes. Von da ab senkt sie sich rampenartig bis zu der etwa 1 m tiefer liegenden Maximinenstrafse.

Die gesamte Länge jedes Personentunnels beträgt 92,5 m. Die mittlere Höhe, d. h. der Inhalt des lichten Raumes über dem Fufsboden (ohne Berücksichtigung der nach der Maximinenstrafse zu fallenden Rampe) getheilt durch die Grundfläche, beträgt beim Eingangstunnel 3,5 m, beim Ausgangstunnel — der Steigung des Gleises entsprechend — 23 cm mehr (Abb. 6 Bl. 35). Die geringste Lichthöhe ergiebt sich unter den durchgehenden Gleisen und beträgt im Scheitel des Eingangstunnels 3,22 m und an den Kämpfern 2,42 m. An Constructionshöhe waren hier im Scheitel 94 cm erforderlich, wovon 38 cm auf die Gewölbstärke, 10 cm auf die aus einer Klinkerflachschicht und Asphaltfilzplatten bestehende Abdeckung, 33 cm auf das Kiesbett und 13 cm auf die Schienen entfallen. In den Gepäcktunneln ist, weil hier auf reichliche Lichthöhe weniger Werth zu legen war, eine um 30 cm gröfsere Constructionshöhe zugelassen.

Die Gewölbe unter den Bahnsteigen bestehen gröfstentheils aus doppelgekrümmten (kugelförmigen) Kappen, die durch Gurtbogen unterstützt sind (Abb. 6 Bl. 35). Die doppelte Krümmung hat in constructiver Hinsicht den grofsen Vortheil, dafs die Kappen auch dann noch standfähig bleiben, wenn ihnen auf einer Seite das Widerlager entzogen wird, vorausgesetzt, dafs die Stärkenabmessungen ausreichen, um die Uebertragung der Kräfte ausschliefslich in der hierzu rechtwinkligen Richtung zu ermöglichen. Hierdurch wird eine gröfsere Freiheit in der Anordnung von Oeffnungen, wie Treppenlöchern und Oberlichtern gewonnen.

Zur Verblendung der Wände der Personentunnel sind die nämlichen, gegen Witterung und Stöfse gleich widerstandsfähigen glasirten Porzellansteine aus der Fabrik von Villeroy u. Boch in Mettlach wie beim Inselgebäude benutzt. Für die Gewölbe sind jedoch glasirte Verblendziegel, die von den Siegersdorfer Werken in Schlesien bezogen wurden, verwandt, einerseits weil es erwünscht war, hier die Verblendung tiefer einbinden zu lassen, als bei der Verwendung von Porzellansteinen der Fall ist, um das Herausfallen zu verhüten, anderseits weil für die Gewölbe die Verwendung eines billigeren Materials zulässig erschien, als für die den Stöfsen der Vorübergehenden ausgesetzten Wandflächen. Diese glasirten Siegersdorfer Ziegel haben sich jedoch durchweg nicht als wetterbeständig erwiesen, vielmehr blättert bei den meisten derselben offenbar unter der Einwirkung des Frostes nach und nach die obere Schale mit der Glasur ab. Diese Mängel zeigen sich besonders in denjenigen Theilen, wo dem Mörtel mehr Cement zugesetzt und dadurch das Austrocknen des Mauerwerks erschwert ist. Das Wasser hat sich

infolge dessen hinter der Glasur festgesetzt und das Abfrieren derselben veranlafst. In dem zwischen dem Vordergebäude und der Haupttreppe einschl. liegenden Theil der Tunnel sind die Wand- und Gewölbeflächen durch wechselnde Verwendung von weifsem und hellgelbem Grundton und einzelnen Mustern aus dunkelgelben, braunen und blauen Steinen wirkungsvoll belebt, während der hintere zuerst ausgeführte Theil ganz weifs gehalten ist. Die verschiedenartige Behandlung fällt nicht ungünstig auf, scheint vielmehr durch die gröfsere Bedeutung des vorderen Theiles gerechtfertigt. Der Fufsboden besteht in der vorderen Tunnelhälfte aus schwach geriffelten Mettlacher Platten, die sich bis jetzt vorzüglich gehalten haben. Allerdings entspricht der

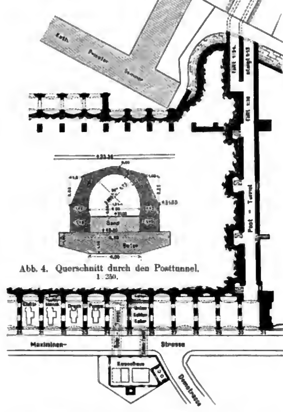


Abb. 4. Querschnitt durch den Posttunnel. 1:250.

Abb. 3. Grundrifs des Posttunnels. 1:1250.

grofsen Widerstandsfähigkeit dieser Platten gegen Abnutzung auch eine Neigung zum Glattwerden, welche durch die Riffelung nicht vollständig aufgehoben wird, jedoch nach längerer Benutzung sich vermindert.

Zur Beleuchtung durch Tageslicht sind in den Gewölben einzelne Oeffnungen gelassen, nämlich je eine zwischen den Hallenbinderfüfsen und ferner eine etwa in der Mitte zwischen dem Vordergebäude und der Haupttreppe. Letztere ist, da die Abdeckung durch begehbare Glasscheiben nicht räthlich schien, weil erfahrungsmäfsig die Lichtdurchlässigkeit derselben binnen kurzem fast ganz verschwindet, für den Verkehr auf dem Bahnsteig immerhin lästig, und daher wurde von der Anbringung einer gleichliegenden Oeffnung in dem hinteren weniger wichtigen Theil des Tunnels Abstand genommen.

Mit besonderer Liebe ist die zum Bahnsteig führende Haupttreppe behandelt. Der Personentunnel öffnet sich, wie aus der Text-Abb. 2 zu erkennen ist, seitlich gegen den Vorraum derselben mit drei Bögen von 4,48, 5,44 und 4,48 m Spannweite, deren Zwischenstützen durch achteckige Pfeiler mit Schaft aus polirtem belgischen Kalkstein, sowie Sockel und Capitell aus bayerischem Granit gebildet sind. Dieser Vorraum ist nach oben hin gröfstentheils offen, sodafs man von hier aus die grofse Bahnsteighalle und die Stirnseite des Inselgebäudes erblickt. Von der Mitte des Vorraums führen drei Stufen (beim Ausgangstunnel vier Stufen) auf den ersten Treppenabsatz. Hier spaltet sich die Treppe in zwei Läufe von 3,09 m Breite, die — durch einen weiteren Absatz getheilt — mit 27 Stufen nach dem Bahnsteig führen. Von diesen beiden Treppenläufen blickt man über die Wange hinweg frei hinunter in den Treppenraum. Die Stufen, deren Steigung 15 cm bei 32 cm Auftritt beträgt, bestehen aus dem harten gut begehbaren Ruhrkohlensandstein. Die Widerstandsfähigkeit desselben gegen Abnutzung ist allerdings etwas geringer als bei Mettlacher Platten, dürfte jedoch von einem gleich rauhen Material kaum übertroffen werden. Der mittlere Theil des Treppenvorraums und der untere Treppenabsatz ist durch eine 7,5 m breite Brücke, die in der Verlängerung des mittleren Zungenbahnsteigs liegt, überdeckt. Sie besteht aus zwei breiten Gurtbögen und zwischengespannter Kappe und dient gleichzeitig dazu, die Gewölbe des Personentunnels und des Gepäcktunnels gegen einander abzusteifen, also den Schub von einem Gewölbe auf das andere zu übertragen.

Jeder Personentunnel wird durch sechs elektrische Bogenlampen erleuchtet. Eine siebente Lampe ist über dem Treppenabsatz der Haupttreppe angebracht. Die Lampen brennen mit etwa vier Ampère und sind unter den Bahnsteigkappen so hoch aufgehängt, dafs die tiefer liegenden Gleisgewölbe noch eben von den Lichtstrahlen getroffen werden.

Der Posttunnel (Text-Abb. 3 und 4) ist quer durch den ganzen Bahnhof hindurchgeführt und mit den einzelnen Gepäcksteigen durch Druckwasser-Aufzüge und durch eine Treppe für die Bediensteten verbunden. Er mündet am einen Ende in einen an der Maximinenstrafse belegenen, von der Post angemietheten Viaductraum, am andern Ende ist er durch das anliegende Häuserviertel und unter der Marzellenstrafse hindurch bis zum Hof des Hauptpostamtes verlängert (Abb. 1 Bl. 35).

Der Entwurf für die postalischen Anlagen ist während der Bauausführung des Bahnhofs mehrfach geändert. Als der nach der Maximinenstrafse zu gelegene Theil gebaut wurde, bestand die Absicht, aufser dem Tunnel eine zweite Verbindung zwischen dem Hauptpostamt und dem neuen Postgebäude und zwar in Höhe der Gleise herzustellen. Die Eisenbahnwagen sollten dann zur Be- und Entladung in den Posthof befördert und hier eine ähnliche Verladestelle geschaffen werden, wie sie später im Betriebsbahnhofe ausgeführt ist. Der Posttunnel würde alsdann nur eine untergeordnete Bedeutung erhalten haben, und die Karrenfahrt vom Posthof nach dem Bahnhof würde die zwischen beiden liegende Marzellenstrafse in Pflasterhöhe gekreuzt haben, zumal da derzeit durch eine unterirdische Durchführung des Tunnels eine Störung des noch nicht festgestellten städtischen Canalplanes befürchtet wurde. Auf Grund dieses Entwurfes wurde die Tunnelsohle der Strafsenhöhe angepafst. Als später die Verlegung der Postverladestelle in den Betriebsbahnhof beschlossen wurde, erhielt der Posttunnel als einzige Verbindung zwischen dem Bahnhof und dem Hauptpostamte wieder eine erhöhte Bedeutung, sodafs die Durchführung desselben unter dem

Pflaster der Marzellenstrafse erforderlich schien. Die Entwürfe für das städtische Canalnetz waren inzwischen soweit geklärt, dafs diese der Ausführung nicht entgegenstanden. Weil indes die Gefahr bestehen blieb, dafs der unterirdische Arm bei starkem Wasserandrang vom städtischen Canal aus überschwemmt werde, so wurde neben dem gewöhnlich zu benutzenden Tunnel auch die höher gelegene, die Strafse in Pflasterhöhe kreuzende Fahrt beibehalten. Da bei Feststellung des neuen Entwurfs der Tunnel bereits unter sämtlichen Hauptgleisen ausgeführt war, so ist die Spaltung in die beiden Arme erst in der Nähe des Tunnel-Endes angeordnet. Ungünstige Krümmungsverhältnisse waren hierbei nicht zu vermeiden. Bei der Anordnung der Gefällverhältnisse wurde vorzugsweise auf die untere Fahrt als die wichtigere Rücksicht genommen, doch mufste ein Gefälle von 1:24 nach der Strafse hin zugelassen werden. Dieses ergab dann für die obere Fahrt ein verlorenes Gefälle von 45 cm und eine gröfste Steigung von 1:15. Innerhalb des Häuserblocks liegen die beiden Fahrten über einander. Die untere hat hier 3,5 m Breite und 2,0 m geringste Höhe. Unter dem Bahnkörper ist dagegen der übliche Tunnelquerschnitt von 4,0 m unterer Breite und 3,17 m Höhe im Scheitel (Text-Abb. 4) gewählt. Die Aufzüge liegen seitlich in geräumigen Nischen.

In gleicher Höhe mit den Personen- und Gepäck-Tunneln liegt das Untergeschofs des Inselgebäudes (Text-Abb. 2). Der dem Vordergebäude zugekehrte Theil desselben wird von einer Gepäckkarrenfahrt, die die beiden Gepäcktunnel mit einander verbindet, eingenommen. Diese Fahrt sollte zur Beförderung des Gepäcks zwischen den auf den linksrheinischen und den rechtsrheinischen Kopfgleisen haltenden Zügen benutzt werden, wobei dasselbe zunächst mit dem Aufzug zu senken und dann wieder zu heben sein würde. Dieser Weg wird jedoch wegen seiner Umständlichkeit gar nicht benutzt, vielmehr fahren die Gepäckkarren in solchen Fällen über den Personenbahnsteig. Einige Räume des Untergeschosses des Inselgebäudes und zwar die neben der Karrenfahrt liegenden werden von der Verwaltung benutzt, der gröfste Theil dient jedoch zu Wirthschaftszwecken des Bahnwirths und ist durch einen besonderen Tunnel, den Wirthschaftstunnel, mit der an der Rückseite des Bahnhofs liegenden städtischen Strafse verbunden. Infolge dessen ist der Wirthschaftsbetrieb und der Verkehr der Bediensteten des Bahnwirths von dem übrigen Bahnhofsverkehr vollständig fern gehalten. Obwohl im Untergeschofs des Inselgebäudes ausreichender Platz zur Verfügung stand, ist es doch vermieden, hier die Küche des Bahnwirths anzulegen, da befürchtet wurde, dafs die Küchendünste von hier aus zu den Bahnsteigen und den Wartesälen aufsteigen würden. Die Küche ist daher im Obergeschofs des Inselgebäudes in zwei allerdings engen, aber gut gelüfteten Räumen untergebracht. Treppen und Aufzüge verbinden die Küche mit dem Untergeschofs.

Aufser dem Kellergeschofs des Inselgebäudes und den verschiedenen Tunneln sind im Untergeschofs des Hauptbahnhofs, also in Strafsenhöhe, noch weitere nutzbare Räume in erheblicher Ausdehnung angelegt, für die zum Theil die Benutzungsart von vornherein feststand, zum Theil der Zukunft überlassen blieb. Derartige Räume sind hinter dem Vordergebäude gewissermafsen zur Vergröfserung desselben und ferner auf der Rückseite des Bahnhofs an der Maximinenstrafse in der ganzen Länge der Bahnhofshalle geschaffen. Die Benutzbarkeit dieser Räume wird dadurch erheblich erhöht, dafs sie durch die grofse Halle gegen Eindringen der Feuchtigkeit von oben oder aus dem Erdreich gut geschützt sind. Die Achstheilung dieser Viaductränme ergiebt sich aus der Bindertheilung der grofsen Bahnsteighalle, die Tiefe derselben ist verschieden bemessen. Längs des Vordergebäudes ist im allgemeinen nur die Fläche unter dem äufseren Bahnsteig ausgebaut. Bei einer gröfseren Tiefe hätte die Beleuchtung Schwierigkeiten gemacht.

An der Rückseite des Bahnhofs lagen die Verhältnisse insofern günstiger, als infolge niedrigerer Lage der Strafse sich eine gröfsere lichte Höhe der Viaductränme ergab und daher auch tiefere Räume noch auskömmlich erleuchtet werden konnten. Insbesondere erstrecken sich die zwischen den beiden Tunneln gelegenen Viaducte bis an das Gleis VII (Text-Abb. 5), weil an dieser Stelle für die Dauer des ersten Bauabschnitts, wo hier die Gepäckabfertigung untergebracht wurde, viel Platz erwünscht war. Dadurch, dafs die Fenster bis an die Decke der Viaductränme hochgeführt sind, ist trotz der grofsen Tiefe von reichlich 17 m eine auskömmliche Beleuchtung erreicht. Die in der Abbildung angedeuteten Oberlichtschlitze konnten daher nachträglich zugemauert werden.

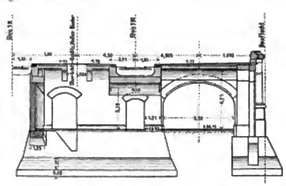


Abb. 5. Querschnitt durch die Viaducte an der Maximinenstrafse. 1 : 250.

Die Ausführung der Viaducte ist überall massiv in Ziegelsteinen erfolgt. Die Zwischenpfeiler haben, um eine gute Ausnutzung der Räume zu erleichtern, so viele und so grofse Durchbrechungen erhalten, wie die Rücksicht auf die Standfähigkeit zuliefs. Bei der Untersuchung derselben wurde davon ausgegangen, dafs die Stützlinie über den Pfeilerdurchbrechungen keineswegs innerhalb der flachen Bögen, durch welche diese nach oben hin abgeschlossen werden, bleiben mufs, dafs vielmehr das Bauwerk noch standfähig ist, wenn sich eine in die Uebermauerung der Bögen und selbst in die anschliefsenden Gewölbe reichende Stützlinie finden läfst, bei der die Beanspruchung innerhalb der zulässigen Grenzen bleibt. Bei einer solchen Stützlinie mit grofser Pfeilhöhe ergiebt sich der seitliche Schub natürlich erheblich geringer, als wenn dieselbe der Mittellinie des flachen Bogens angepafst wird. Den oberen Abschlufs der Durchbrechung dieser wirklichen Stützlinie anzupassen, wurde vermieden, weil die hierdurch entstehende schwierigere Ausführung nicht durch die Materialersparnifs aufgewogen wird. Auch wurde es nicht für nöthig gehalten, die Stützlinie durch Einlegung eines Entlastungsbogens, dessen Lagerfugen senkrecht zur Stützlinie stehen, zum Ausdruck zu bringen, weil das Mauerwerk bei guter Ausführung sehr wohl Pressungen, die zu den Lagerfugen mäfsig geneigt sind, aufnehmen kann.

Die Kappen unter dem Aufsenbahnsteig, welche diese Räume überdecken, haben ein Stein Stärke und liegen im Scheitel dicht

unter der Asphaltdecke des Bahnsteigs. Für die Aufsenansicht war es erwünscht, den Stirnen dieser Kappen eine etwas gröfsere Stärke zu geben. Da nun wie erwähnt auf die Herstellung möglichst hochreichender Fenster Werth gelegt werden mufste, so wurde die Verstärkung der Stirnbogen unter thunlichster Beibehaltung der unteren Leibung nach oben hin vorgenommen. Ueber den Stirnbögen folgt noch ein kräftiges Hauptgesims. Die obere Kante des letzteren liegt daher erheblich höher, als die Bahnsteigfläche, sodafs sich auf dieser eine massive Brüstungsmauer ergiebt (Text-Abb. 5). Diese Mauer ist benutzt, um den Höhenunterschied der Bahnsteige an den beiden Enden der Halle, welcher 64 cm beträgt, auszugleichen. Während daher der Bahnsteig und die unter demselben liegenden Kappen mit 1:400 steigen, liegen die Stirnbögen der Kappen, das Hauptgesims über denselben und die hierauf sich erhebende Wand der Seitenhalle in der Wage.

Die Ansicht der Viaducträume ist in Blendziegeln mit mäfsiger Verwendung von Werksteinen ausgeführt.

Die sämtlichen Gleisgewölbe entwässern durch die Pfeiler in das städtische Canalnetz. Die gufseisernen Abfallrohre der Gewölbe- wie der Hallen-Abwässerung sind von den Pfeilerdurchbrechungen aus zugänglich.

(Fortsetzung folgt.)

Das Sommerhochwasser vom Juli bis August 1897 im Oderstromgebiet.

Im Bureau des Wasserausschusses bearbeitet durch Dr. Karl Fischer.

Dem Landtage ist vor kurzem ein Gesetzentwurf zugegangen, der die Bewilligung von Staatsmitteln zur Beseitigung der Hochwasserschäden vom vorigen Sommer betrifft. Eine ihm beigegebene Erläuterung enthält eine erschöpfende Zusammenstellung der durch das Wasser angerichteten Schäden, während der eigentliche Verlauf der Ueberschwemmungen darin naturgemäfs nur gestreift wird. Eine rein naturgeschichtliche Darstellung des letzteren ist aber um so nothwendiger, als erst ein Ueberblick über das Zusammenwirken der einzelnen Gewässer eines Stromgebietes eine zweckentsprechende Beurtheilung der Mafsregeln ermöglicht, die zur Bekämpfung der Hochwassergefahren zu ergreifen sind. Und so soll die vorliegende Arbeit als eine Schilderung der Entwicklung und des Abflusses des Hochwassers jener Denkschrift ergänzend zur Seite treten. Ein abgerundetes Bild kann sie freilich nur für das Gebiet des Oderstroms zu geben versuchen; denn eine Darstellung der Hochfluthen in denjenigen Gewässern, welche der Wasserführung des Weichsel- und des Elbstromes ihr Gepräge geben, ist Aufgabe des österreichischen hydrographischen Centralbureaus. Immerhin werden die beiläufigen Angaben über die Hochwasserwellen der Weichsel und der Elbe genügen, um im Anschlufs an die von österreichischer Seite zu erwartende Untersuchung aufs neue darzuthun, welche tiefgehenden Verschiedenheiten zwischen den genannten drei Nachbarströmen bestehen, obwohl sie in der Gliederung ihres Gewässernetzes einander so vielfach ähneln.[1])

Eine gewisse Hochwassergefahr besteht, wie von Hellmann[2]) nachgewiesen ist, für die Sudeten- und Beskidengewässer stets, wenn ein flaches Tief des Luftdruckes im Süden, Südosten oder Osten von Schlesien, in der Nähe der als Zugstrafse Vb van Bebbers bekannten Linie vom Adriatischen Meere bis zum Finnischen Meerbusen weilt. In einer Mittheilung, die Hellmann in der Meteorologischen Zeitschrift[3]) über den Wolkenbruch vom 29./30. Juli 1897 veröffentlicht hat, findet sich bereits die Bemerkung, dafs die allgemeine Witterungslage bei diesem wieder die nämliche war, „wie bei allen grofsen Niederschlägen von gröfserer Ausdehnung in Ostdeutschland. Bei hohem Luftdrucke im Westen lag über Osteuropa eine flache, fast stationäre Depression, die langsam nach Norden zog und dem Typus der Zugstrafse Vb zuzurechnen ist.“ Zum Glück sind indessen nur die wenigsten Tiefe dieser Art von ungewöhnlich heftigen Regenfällen begleitet, während die meisten mit mäfsigen Niederschlägen vorüberziehen. Von einer Hochwasservorhersage auf meteorologischer Grundlage, die alle anderen Arten der Vorhersage an Frühzeitigkeit übertreffen würde, ist die Wissenschaft infolge dessen noch weit entfernt, und Hellmann kann nur der Hoffnung Ausdruck geben, dafs es bei fortgesetztem, umfassenden Studium der grofsen Regenfälle jenes Tiefdruckgebietes „vielleicht doch noch“ gelingen werde, „diejenigen charakteristischen Kennzeichen der Depression herauszufinden, die für die Bildung sehr starker Niederschläge mafsgebend sind.“

Ein erster, freilich auch nur allererster Versuch in dieser Richtung liegt auch bereits in einer Arbeit vor, die im Auftrage der Deutschen Seewarte von E. Herrmann verfafst ist und die allgemeinen atmosphärischen Vorgänge vor und während der vorjährigen Ueberfluthungen in Schlesien, Sachsen und Nordböhmen[4]) behandelt. Diese kommt im wesentlichen darauf hinaus, dafs als letzte Ursache des Wolkenbruches eine Art von Uebereinanderlagerung mehrerer Tiefe oder Luftwirbel zu betrachten ist, die in der Weise vor sich ging, dafs in eine verhältnifsmäfsig lange andauernde, von Nord nach Süd gestreckte Luftdruckfurche (der Gruppe Vb), welche sich in der letzten Woche des Juli zwischen Donau und Ostsee befand, mehrere kleinere rasch ziehende Wirbel von Westen her eintraten.[5]) Herrmann hält es sogar für gerechtfertigt, diese Auffassung als eine wenigstens mögliche auch auf die Wolkenbrüche in früheren Jahren zurückzuerstrecken, soweit dieselben nämlich überhaupt mit der Zugstrafse Vb und nicht schon von vornherein mit Tiefdruckgebieten in Beziehung gesetzt sind, welche Centraleuropa in der gewöhn-

1) Vgl. Keller, Centralblatt der Bauverwaltung XVI (1896), S. 521 u. 526.

2) Man vergl. Centralblatt VIII (1888), S. 375—376 und den Zusatz in Meteorol. Zeitschr. VI (1889), S. 19—21.

3) XIV (1897), S. 313—315.

4) Annalen der Hydrographie XXV (1897), S. 387—390.

5) Für diejenigen, welche diese Ausführungen an der Hand der Witterungsberichte der Seewarte verfolgen wollen, sei bemerkt, dafs die Wetterkarte vom 27. Juli die Luftdruckverhältnisse südlich von den Alpen — wohl infolge eines Fehlers im Wettertelegramm — unrichtig wiedergiebt. Oberitalien war nicht von einem Tief überdeckt, in dessen Kern der Luftdruck bis auf fast 750 mm hinabging, sondern es lagerten zwei ganz flache Tiefe von 757 bis 758 mm Barometerstand über Venetien und am Fufse der Seealpen.

lichen Richtung von Westen nach Osten durchquerten. Vielleicht sei es sogar nicht ausgeschlossen, dafs diese Betrachtungsweise sich auch auf die gewöhnlichen, mit nur mäfsigem Niederschlage verbundenen Tiefe der Zugstrafse Vb ausdehnen lasse.

Für eine Hochwasservorhersage auf Grund der Luftdruckvertheilung ist aus diesen ganz allgemein gehaltenen Fingerzeigen kaum ein greifbares Ergebnifs zu erhoffen; denn wenn die gewöhnlichen leichten Regen an dieselben Vorbedingungen geknüpft sind, wie die verheerenden Sturzregen, so bleibt die Frage, was der Wetterlage bei letzteren eigenthümlich sei, nach wie vor offen. Herrmann war es hierum augenscheinlich aber auch nicht zu thun. Er wollte vor allem die Ansicht vertreten, dafs man bei der Zugstrafse Vb nicht an barometrische Tiefe zu denken habe, welche die Alpen vom Adriatischen Meere aus überschritten, um dann nordwärts weiter zu ziehen; das Gebirge sei vielmehr ein Grenzwall, den dieselben nicht überstiegen; im besonderen ständen die beiden Tiefe, die am Morgen des 27. Juli auf der Südseite der Alpen lagerten, zu den überschwemmenden Regenfällen nördlich der Alpen in keiner Beziehung, da sie am Südfufs des Gebirges verblieben und dort ostwärts abgezogen seien.

Im Gegensatz hierzu folgt **Trabert**, der die aufserordentlichen Niederschläge vom 26. bis 31. Juli 1897 für Oesterreich einer Untersuchung unterzogen hat,[6]) der gewöhnlichen Auffassung, indem er das über Norditalien deutlich erkennbare Tief vom Morgen des 27. Juli zum Ausgangspunkt nimmt, das dann im Laufe des 27. über Südsteiermark, Westungarn und Westgalizien hinaufgerückt und in den nächsten Tagen „ganz normal" auf der Zugstrafse Vb weitergeschritten sei. Ganz unerwartet habe nun aber der weitere Witterungsverlauf, der im Bereich des Tiefs zu erwarten war, dadurch eine Unterbrechung erfahren, dafs gleichzeitig mit dem üblichen Vorstofs des westlichen Hochdruckgebietes auch ein solcher des östlichen erfolgte. Die Folge sei eine zweifache gewesen: Einerseits eine Verschärfung der Druckunterschiede, infolge deren am 29. und 30. Juli so unheilvolle Wassermassen zur Erde fielen, anderseits eine Westwärtsdrängung des Tiefs, durch welche auch die österreichischen Alpen, sowie die mährischen und böhmischen Randgebirge in dessen Bereich gelangt seien.

Bei dem bisherigen Umfang des meteorologischen Dienstes dürfte es selbst für eine Stelle, die ein ausgedehntes Beobachtungsmaterial heranziehen kann, kaum möglich sein, zwischen diesen verschiedenen Deutungen der Wetterlage endgültig zu entscheiden. Im besonderen werden viel häufigere Beobachtungen, als nur dreimal tägliche nothwendig sein, ehe sich auf Grund der von Herrmann ausgesprochenen Vermuthungen eine gesicherte Erkenntnifs gewinnen läfst. Hier mufs es deshalb genügen, die unmittelbare Ursache der Ueberschwemmungen, die **Regenfälle** in den letzten Tagen des Juli einer näheren Betrachtung zu unterwerfen.

Für die Provinz Schlesien sind die Hauptregenmengen bereits von Hellmann, für Oesterreich von Trabert in ihren oben erwähnten Veröffentlichungen mitgetheilt. Das Königliche Meteorologische Institut in Berlin machte aufserdem sein Archiv bereitwilligst zur Entnahme weiterer Messungsergebnisse zugänglich, während für das Königreich Sachsen die erbetenen Angaben in entgegenkommendster Weise von dessen Meteorologischem Institut, für das polnische Netz von Herrn Prof. Kwietniewski und endlich für Galizien vom Director der Krakauer Sternwarte, Herrn Prof. Kurlinski mitgetheilt wurden. Dabei mag zugleich erwähnt sein, dafs ferner die Königliche Sächsische Wasserbaudirection bereitwilligst über die Beobachtungen an den ihr unterstehenden Pegeln Auskunft gab, was entsprechend auch seitens der zuständigen preufsischen Behörden der Fall war. Allen diesen Stellen sei hiermit bestens gedankt.

Man hat bereits mehrfach darauf hingewiesen, dafs der so bösartigen Entwicklung des Hochwassers besonders auch durch den unglücklichen Umstand Vorschub geleistet wurde, dafs den gewaltigen Regengüssen des 29. und 30. Juli mehrtägige, fast ununterbrochen anhaltende und dabei weit ausgedehnte Landregen vorangingen, die den Boden für weitere Wassermengen aufnahmeunfähig machten und viele Wasserläufe bereits bis nahe an die Ausuferungshöhe anfüllten. Im Gegensatz zu den dann folgenden wolkenbruchartigen Niederschlägen war jener vorangehende Regenfall ein so allgemeiner, dafs sämtliche Gebiete, die hier überhaupt in Frage kommen, ziemlich gleichmäfsig von ihm betroffen wurden: Das galizische, wie das russisch-polnische Einzugsgebiet der Weichsel, ebenso Schlesien, das Königreich Sachsen und endlich Böhmen, sowie die übrigen Länder der österreichischen Monarchie, nur mit dem Unterschiede, dafs im Gebiete der Donau der Niederschlag nicht mehr überall in den Grenzen eines Landregens blieb, sondern hier vereinzelt schon Tagesmengen von mehr als 80 mm vorkamen. Wenn auch sonst noch Mengen fielen, welche von denen, die sie über sich ergehen lassen mufsten, recht unangenehm empfunden wurden, so ist doch nirgends weiter von ungewöhnlichen Zahlen zu berichten. Noch in den mittelhohen Gebirgstheilen gingen, wie es scheint, die Tagesmengen nicht nennenswerth über das Mafs hinaus, mit dem man selbst für die regenärmeren Gegenden des norddeutschen Flachlandes zu rechnen hat (60—70 mm), während sie meist erheblich unter diesem Betrage blieben. In den nächsten Tagen, also gerade während das Riesengebirge mit fast beispiellosen Wassermassen überschüttet wurde, war der Regenfall im **Weichselgebiet** nur noch ein derartiger, wie er für Norddeutschland etwa den Durchschnitt aus allen Tagen mit Regen bildet.

So entwickelte sich denn in diesem Stromgebiet auch nur ein Hochwasser, das, wie es scheint, nirgends allzuernste Gefahren heraufbeschwor. Aus dem gewaltigen Sammelgebiet des San folgte ein noch dazu recht mäfsiges Hochwasser erst merklich später, und so dürften auf die Höhe der Anschwellung des Hauptstroms neben der Quellweichsel selbst nur Sola, Skawa, Raba, Dunajec und Wisloka bestimmend eingewirkt haben, unter denen namentlich die letzteren ein ziemlich grofses Hochwasser hatten. Das engere Quellgebiet der Weichsel steuerte dagegen nur mäfsige Abflufsmengen bei, und so blieb die Anschwellung des Flusses an der Stelle, wo er die Provinz Schlesien verläfst, den Hochwassern früherer Jahre gegenüber recht unbedeutend, am Pegel zu Zabrzeg z. B. mit + 2,30 m am 31. Juli und + 2,35 m am 4. August, um mehr als 2 m unter dem Höchststande des Sommerhochwassers vom Jahre 1894 und noch um etwa $1^1/_4$ m unter dem langjährigen Mittel aus allen Jahreshöchstständen. Die zweite jener kleinen Erhebungen des Wasserspiegels, die indes schon begann, ehe letzterer noch nennenswerth gesunken war, hatte ihren Ursprung wohl in mehreren Gewitterschauern, die, mehr oder minder heftig, in den ersten Tagen des August an den verschiedensten Orten niedergingen.

6) Meteorologische Zeitschrift XIV (1897), S. 361—370.

Auch die der Weichsel linksseitig zufliefsende Przemsza, das Grenzflüfschen zwischen Schlesien und Galizien, hatte eine entsprechende kleine Doppelanschwellung, deren Scheitel jedoch ebenfalls beträchtlich (am Pegel zu Klein-Chelm um 4 dm) unter dem mittleren Hochwasser lagen.

In der Beschreibung des Sommerhochwassers von 1894 findet sich bereits erwähnt,[7]) dafs die Fluthwellen der Weichsel viel schneller fortzuschreiten pflegen, als diejenigen der Oder, wodurch sich für erstere eine erfolgreiche Hochwasservorhersage wenigstens bis auf weiteres so sehr viel schwieriger gestaltet. So war 1894 die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in der Weichsel $2^1/_2$ mal so grofs als in der Oder, und ähnlich stellt das Verhältnifs sich diesmal. Dabei ist vorauszuschicken, dafs die Anschwellung in die untere Weichsel in Form einer einfachen Fluthwelle hinabgelangte, die zuerst ganz langsam, in den letzten Tagen dann um etwa 0,6 m täglich, im ganzen jedoch nur um 2 bis 3 m, anstieg und darauf noch etwas langsamer um beinahe ebensoviel wieder absank. Der zweite Scheitel, der nur eine ganz geringfügige Einsenkung des Wasserspiegels vor sich hatte, war auf dem langen Zwischenwege ausgelöscht worden. Bei Thorn ging der Wellenscheitel nun bereits am 5. August, an der Montauerspitze und bei Dirschau am folgenden Tage vorüber; die betreffenden Mittagsbeobachtungen ergaben +3,50, +3,68 und +4,04 m an den Pegeln, also Höhen, die auch im Sommer häufig überschritten werden. Wenn nun auch damit nicht der Wellenscheitel selbst dargestellt ist, so machen es die Beobachtungsreihen im ganzen Zusammenhange doch recht wahrscheinlich, dafs derselbe am Pegel bei Thorn, wie auch in der oberen Weichsel an demjenigen bei Zabrzeg, ziemlich nahe auf die Mittagstunde traf und somit die 766 km messende Stromstrecke von Zabrzeg bis Thorn in rund 120 Stunden, also mit einer mittleren Geschwindigkeit von scheinbar 6,4 km/Stunde oder fast 1,8 m/Secunde durchlief. Eine Erklärung dieses so auffallend hohen Werthes soll in dem Werke über den Weichselstrom gegeben werden. Dirschau, das von Thorn um 175 km Stromlänge entfernt liegt, würde bei jener Fortpflanzungsgeschwindigkeit in den Nachmittagstunden des 6. August von dem Scheitel der Welle erreicht worden sein. Man geht aber wohl nicht fehl, wenn man annimmt, dafs die Geschwindigkeit in dieser untersten Stromstrecke unter dem Gesamtdurchschnitt lag, und in der That sprechen auch die Beobachtungen dafür, dafs erst die Abendstunden den Höchststand brachten. Denn am Mittag wurden +4,04, am folgenden Mittag +3,94 m a. P. gefunden, und nach der oben angedeuteten Form der Welle bei Thorn mufs der Gipfel der Welle zwischen diesen beiden Ablesungen, doch der ersten etwas näher als der zweiten, vorübergegangen sein.

Ebenso bescheiden, wie im Weichselstrom selbst, blieb die Anschwellung in der von ihm abzweigenden Nogat. Am Pegel zu Marienburg erhob sich der Wasserspiegel derselben zunächst vom 21. bis zum 31. Juli um 0,4 m, in den sieben Tagen darauf dann um 2 m. Die deutschen Nebenflüsse der Weichsel aber nahmen an dem allgemeinen Wuchs des Wassers nur noch in verschwindendem Mafse theil, während ein ganz örtlich begrenztes Hochwasser z. B. in der Passarge auftrat.

Auch in der Warthe, über die unten noch nähere Angaben folgen werden, sowie in den übrigen rechtsseitigen Nebenflüssen der Oder vereinigten sich nur mäfsige Wassermengen. Soweit die Provinz **Schlesien** dabei in Frage kommt, ist dies aus den beigegebenen Karten der Regenvertheilung ohne weiteres ersichtlich. Die eine derselben giebt ein Bild des vom Morgen des 29. Juli um 7 Uhr bis zur gleichen Stunde am nächsten Tage gefallenen Regens, während die andere die Regensumme für die vier Messungstage vom Morgen des 27. bis zum Morgen des 31. Juli darstellt. Für das Gebirge konnte das Kartenbild naturgemäfs nicht in allen Einzelheiten durchgeführt werden.[8]) Aus der Vergleichung beider Karten ergiebt sich zunächst, dafs der starke Regenfall vom 29. zum 30. eine wesentlich geringere Ausdehnung hatte, als der allgemeine Landregen, der in dem gesamten Gebiet in den späteren Nachmittagstunden des 27. oder aber während der darauf folgenden Nacht begann. Wie im Weichselgebiet, so überwiegt auch im oberen Odergebiet die Regenhöhe vom 27. bis zum 29. weit diejenige vom 29. bis zum 31. Juli, und zwar gilt dies links vom Strome bis zur Zinna, rechts dagegen noch etwas weiter, bis zur Malapane, beider Gebiete mit eingeschlossen. Eine ganz entsprechende Grenze besitzt das östlichste der Gebiete mit weniger als 40 mm Regen vom

1. 24stündige Regenhöhen vom 29./30. Juli 1897.

7) Centralblatt der Bauverwaltung XIV (1894), S. 348/349.

8) So ist z. B. nicht zum Ausdruck gebracht, dafs die Tagesmenge vom 29./30. in Rudelstadt, Wolfshau, Krummhübel und Giersdorf unter 100 mm blieb. Sonst bestehen jedoch nur noch einige ganz unerhebliche Abweichungen. Versehentlich hat nur auf Karte II das kleine inselartige Gebiet östlich von Crossen und ebenso das etwas weiter stromaufwärts gelegene die Schraffur für 80—100, statt für 40—60 mm erhalten.

29. zum 30. Juli; links von der Oder durchschneidet dieselbe das Gebiet der Hotzenplotz, rechts das des Stober. Auf ihrer Ostseite nimmt die Regenhöhe jenes Tages sehr schnell ab; nur in einem schmalen Bande bleibt sie noch über 20 mm, während sie in den Gebieten der Ruda, Birawka, Klodnitz und der oberen Malapane, sowie an den zur Weichsel entwässernden Beobachtungsstellen durchweg unter 10 mm sinkt. Mit dem Gebiete, das vom 29. zum 30. nicht über 20 mm Regen empfing, deckt sich nahezu dasjenige, in welchem die Summe vom 27. bis zum 31. nicht über 60 mm wuchs, doch mit dem Unterschiede, dafs der Gesamtbetrag aus diesen Tagen sehr viel gleichmäfsiger ausfällt, indem er sich nur so vereinzelt auf nicht ganz 40 mm stellt, dafs es nicht nothwendig erschien, dies in der Karte zu berücksichtigen. In der Karte der Regenhöhen vom 29./30. verfolgen auch die nächsten Linien in der Hauptsache südsüdwestlich-nordnordöstliche Richtung. Die Stärke des Regens schreitet jedoch dabei nicht stetig in der Richtung des Hauptstromes fort, sondern es folgt jenseit der Glatzer Neifse noch ein zweites Gebiet mit weniger als 40 mm, das, den Warthaer Engpafs in sich fassend, aus dem Glatzer Gebirgskessel heraustritt und die Gebiete von Ohle, Lohe und Stober durchsetzt, sodafs diese örtliche Verminderung des Regenfalls vorwiegend drei Flüssen zu gute kam, die für die Hochwasserführung des Hauptstromes ohnedies schon keine grofse Bedeutung besitzen. Weiter nordwestlich nimmt dann der Niederschlag ganz erheblich zu. Wenn man vom Gebirge zunächst noch ganz absieht, so zeigt ein breites Gebiet, an dem namentlich die Katzbach und die Bartsch mit ihren Nebengewässern betheiligt sind, über 60 mm Regenhöhe. Selbst unmittelbar in der Oderniederung, wie in Dyhernfurth, Leubus, Steinau und Köben, also in einer Seehöhe von nur 80 bis 110 m, und an Orten, bei deren Lage zu den benachbarten Höhen es schwer verständlich wäre, dafs sie alle zugleich in der Luvseite des Wetters gelegen haben sollten, wurden 64 bis 77 mm gemessen. Auf Karte II stellt sich die Senke zu beiden Seiten der Oder jedoch als Gebiet etwas niedrigeren Gesamtregenfalls dar. Namentlich war der Regen vom 28. zum 29. in der Nähe des Stromthals etwas weniger ergiebig, und so erreicht die viertägige Summe rechts vom Strome erst im Katzengebirge und nördlich davon, links mit der Annäherung an die Vorberge des Katzbachgebirges und dann noch einmal in dem Flachlande zwischen Bober und Neifse den Betrag von 100 mm. Die Hauptmenge fiel hier z. Th. erst vom 30. zum 31., so z. B. in Muskau mit 85 mm. Auch aus ihren unteren Gebietstheilen strömten dem Bober und der Neifse also recht bedeutende Wassermassen zu, und diesen ist es wohl hauptsächlich zuzuschreiben, dafs beide Flüsse ihr Hochwasser nur recht langsam überwanden.

II. 4tägige Regenhöhen vom 27./31. Juli 1897.

Ueber den Regenfall im Gebirge wird man erst dann ein vollständiges Bild gewinnen können, wenn von österreichischer Seite nähere Mittheilungen vorliegen. Im allgemeinen fiel, wie schon Trabert hervorhebt[9]), der Regen da am stärksten, wo der von Nordwesten zum Theil mit fast stürmischer Stärke heranfliefsende Luftstrom, in welchem das ganze Unwetter niederging, durch quergelagerte Gebirgszüge zum Aufsteigen und durch die damit verbundene Luftverdünnung zur sogenannten adiabatischen Abkühlung (d. h. einer solchen ohne Wärmezufuhr oder Wärmeentziehung durch fremde Luftströme) gezwungen wurde. Denn diese Art der Abkühlung bildet ja weitaus die ergiebigste, wenn nicht sogar die überhaupt allein in Betracht zu ziehende Ursache allen Niederschlages, und sogar schon in der Regenvertheilung im Flachlande machte sich die Bedeutung der Höhenunterschiede deutlich geltend. Man darf indes nicht so weit gehen, diese als das allein Mafsgebende anzusehen; denn an erster Stelle dürfte immer die örtliche Ausbildung von Theilwirbeln der Luft entscheidend sein.

Um wiederum im Südosten zu beginnen, so scheinen nach den von Trabert angeführten Zahlen in den Gebieten der Schwesterflüsse Ostrawitza und Olsa, sowie der Quell-Oder und Oppa die Regensummen vom 27. bis 31., höchstens vielleicht mit Ausnahme eines oder des anderen Punktes in der Altvatergruppe, die obere Grenze von 80 bis 90 mm nicht überschritten zu haben. Wie in den Beskiden und noch weit nach Oberschlesien hinein, so ging auch auf die Gebiete der Ostrawitza und Olsa der Hauptregen bereits vom 28. zum 29. nieder, und so war es die Olsa, welche der Oder das erste Hochwasser brachte. In den Glatzer Gebirgen bleiben schon die einzelnen Tagesmengen nicht mehr bei 100 mm stehen. So wurden am 30. in Bad Landeck, das in 450 m Seehöhe auf der südwestlichen Abdachung des Reichensteiner Gebirgskammes liegt, 113 mm und südsüdwestlich davon zu Martinsberg, 800 m über dem Meere, 107 mm gemessen; die viertägige Summe vom 27. bis zum 31. stellt sich für beide Orte auf 188 mm und noch etwas höher für den Glatzer Schneeberg, nämlich auf 212 mm. Jenseit des Glatzer Kessels waren die Mengen wesentlich kleiner, sowohl

9) Meteorologische Zeitschrift XIV (1897), S. 368.

im Heuscheuer-, wie im Adler- und in dem ihm vorgelagerten Habelschwerdter Gebirge (auf preufsischem Gebiete Tagesmenge vom 29./30. nicht über 70, Summe vom 27./31. nicht über 120 mm). Recht gleichmäfsig scheint der Regen im Eulen- und im Waldenburger Gebirge gefallen zu sein; wenigstens hält sich für die mittleren Höhen von 300 bis 500 m die Tagesmenge vom 29./30. fast durchweg zwischen 80 und 90, die Summe vom 27./31. zwischen 110 und 140 mm. Nur im Regenschatten, nahe dem Neifsethale, waren die Mengen etwas geringer; eine Ausnahme nach der anderen Richtung machen dagegen z. B. Wittgendorf, das, bereits zum Gebiete des Bober gehörend, in 458 m Seehöhe am Westrande des Waldenburger Gebirges auf der Luvseite des Regens lag, und im Eulengebirge das etwas höhere (610 m) und wohl dadurch niederschlagsreichere Kaschbach. Die 24stündige Menge vom 29./30. betrug an diesen Orten 112 und 124, die 4tägige Summe vom 27./31. aber 163 und 171 mm. Fast die gleichen Mengen finden sich im Katzbachgebirge schon in wesentlich geringerer Erhebung, so z. B. zu Ketschdorf (450 m), Kauffung (375 m) und Schönau (265 m), was beweist, dafs die Dichtigkeit des Regens, ganz unabhängig von der Meereshöhe, nach Westen hin noch immer wuchs.

Die schroffsten Unterschiede in der Niederschlagsmenge bestehen naturgemäfs in der Nähe der höchsten Erhebung des Gebirges, also im Bobergebiet. Die kleineren Gebirgsstöcke, welche sich südöstlich an den Riesenkamm anlehnen, wie Rehorn-, Raben-, Schömberger- und Ueberschaargebirge, zeigen, durch das Hauptgebirge in den Regenschatten gedrängt, noch Mengen, welche z. B. diejenigen des Eulengebirges und der Vorstufe des Riesengebirges nicht einmal ganz erreichen, und auch die Niederschlagsmengen, die über dem Landeshuter Kamm zur Ausscheidung gelangten, gingen noch nicht über die höchsten der bisher angeführten Zahlen hinaus. Freilich bedeuten auch diese bereits Wassermassen, welche Flüsse, wie Katzbach, Bober und Queis mit einem Schlage zu gefürchteten Feinden alles ihnen erreichbaren Eigenthums machen können. In der That zeigt Karte I, dafs z. B. das Gebiet des Queis nur in ganz geringem Umfange in die Zone mit mehr als 100 mm 24stündigen Regens übergreift; und doch wühlte sich der Flufs allein im Kreise Lauban an drei Stellen ein anderes Bett. In welchem Lichte müssen im Vergleich hierzu nun erst gar einige der Mengen erscheinen, die auf die so kleinen, für die Wasserführung des Bober aber so wichtigen Gebiete der Lomnitz und Eglitz, sowie des Zacken niederprasselten. Sie mögen — auch für einige benachbarte Punkte — hier folgen:

Ort	Seehöhe	Einzugsgebiet	Tagesmenge 29./30. mm	4tägige Summe 27./31. mm
Prinz Heinrich-Baude	1400	Lomnitz	225	326
Kirche Wang	873	„	220	355
Schneekoppe	1603	„	239	297
Wolfshau	660[10]	„	79	165
Krummhübel	585	„	90	156
Arnsdorf	470	„	117	176
Forstbauden	855	Lomnitz, Eglitz	191	283
Schmiedeberg	470	„ „	187	265
Eichberg	349	Bober	112	166
Grunau	365	„	132	185
Neue Schles. Baude	1195	Zacken	125	197
Schreiberhau	630[10]	„	126	195
Agnetendorf	530	„	120	176
Giersdorf	340	„	93	164
Warmbrunn	345	„	118	170

10) Nicht sicher.

Das Gebiet der Lomnitz hatte hiernach, da wohl eine einfache Durchschnittsbildung zulässig ist, vom 29. zum 30. eine mittlere Niederschlagshöhe von 168 mm, und so wurde bereits im Meteorologischen Institut die Wassermenge, die in jenem 24stündigen Zeitraum allein über diesem nur etwa 117 qkm umfassenden Gebiet zur Erde fiel, zu rund 20 Millionen cbm (= 230 cbm/Secunde) festgestellt. Drei Beobachtungsstellen haben Tagesmengen von mehr als 200 mm, während sich im Gebiete des Queis nur eine (Flinsberg, in 470 m Seehöhe) findet, an der die 4tägige Summe bis zu dieser Grenze wächst.

Der Lausitzer Neifse müssen namentlich auf der böhmischen Seite vom Isergebirge her ungeheure Wassermengen zugeströmt sein. So hatte Neuwiese, das allerdings schon zur Iser entwässert, aber doch noch hart an der Wasserscheide (dabei in nur 780 m Seehöhe) liegt, allein in den 24 Stunden vom 29. zum 30. morgens 345 mm Regen, d. h. noch etwas mehr, als Berlin im langjährigen Mittel von Anfang April bis Ende September hat! Ob sich die Natur überhaupt eine einigermafsen berechenbare obere Grenze des an einem Tage möglichen Niederschlages gesetzt hat, möchte man hiernach fast bezweifeln. Jedenfalls wird es durch die oben angeführten Zahlen ohne weiteres erklärlich, dafs Bober und Lausitzer Neifse ein Hochwasser hatten, dem sich seit dem Beginn regelmäfsiger Wasserstandsbeobachtungen an diesen Flüssen, d. h. für einen nunmehr rund 60jährigen Zeitraum, an Wasserhöhe, wie an Wasserschäden kein zweites zur Seite stellen läfst.

Im ganzen vollzog sich der Abflufs des Hochwassers im Gewässernetz des Oderstromgebietes durchaus in der Art, wie er nach dem vom Bureau des Hochwasserausschusses herausgegebenen Werk über den Oderstrom in der Mehrzahl aller Fälle wiederkehrt.[11]) So ist dort bereits darauf hingewiesen, dafs, wenn sich der Regen über die Beskiden und Sudeten gleichzeitig ergiefst, das Hochwasser der Oppa mit dem der Ostrawitza und Olsa nicht Schritt halten kann. Diesmal erfolgte der Hauptregenfall im westlichen Quellgebiet aber eher noch etwas später als in den Beskiden, und so gelangte der Fluthscheitel der Olsa bereits in den ersten Stunden nach der Mitternacht zum 30. in die Oder, während der Höchststand der Oppa 24 Stunden später erst bis ungefähr zur Pegelstelle bei Deutsch-Krawarn vorgedrungen war, die noch 29 km von der Mündung des Flusses entfernt liegt. Die Anschwellung bewahrte in beiden Flüssen ähnlich mäfsige Grenzen, wie diejenige der oberen Weichsel; so betrug sie in der Oppa bei Deutsch-Krawarn, selbst wenn man sie bis zu dem vorangegangenen Tiefstand am 24. Juli zurückrechnet, nur $1^{3}/_{4}$ m (gipfelnd mit +2,15 m a. P. am 31. Juli 3 Uhr vormittags), wie denn auch bereits im Oderwerk (III, 2, S. 320) bemerkt ist, dafs der Unterschied zwischen den höchsten Wasserständen und dem mittleren Niedrigwasser bei dem ruhigen Abflufsvorgang in diesem Gewässer nur 1,6 bis 1,8 m grofs sei. Bezeichnend ist es in dieser Hinsicht auch, dafs der schnellste Wuchs des Wassers nur 8,2 cm/Stunde betrug, und auch dies nur 4 Stunden lang. Es blieb in der Oppa im wesentlichen bei einer einfachen Welle. Die Oderstrecke zwischen Oppa und Ostrawitza war jedoch bereits zuvor von einer Fluthwelle durchlaufen worden, die offenbar aus der Quell-Oder kam und ihren Scheitel bei Hoschialkowitz (1,4 km von der Mündung der Oppa) am 30., 10 Uhr vormittags mit +4 m a. P. vorüberführte. Mit

11) Man vergleiche namentlich Bd. I, S. 140—144 u. S. 201—203.

der Vereinigung von Oder und Oppa wächst das Entwässerungsgebiet um mehr als 125 % des Odergebietes[12]), und so betrug der gesamte Anstieg am Pegel zu Hoschialkowitz bereits 3,1 m, wovon etwas mehr als 1 m auf die letzten 24 Stunden vor dem Eintritt des Scheitels kamen. Unter der Einwirkung der herannahenden Oppawelle wurde dem Absinken des Wassers bereits um die Mitternacht zum 31., als es erst 19 cm ausmachte, Halt geboten und am Mittag des 31. ein zweiter, dem ersten annähernd gleicher Höchststand beobachtet.[13]) Mit einer dritten, aber unbedeutenderen Erhebung des Wasserspiegels (+3,72 m a. P. am 3. August 5 Uhr morgens, nach +3,43 m am 2. August 8 Uhr vormittags), die wohl auch aus der Quell-Oder stammte, verabschiedete sich das Hochwasser allgemach.

Die Ostrawitza verhielt sich ganz ähnlich, wie bei der Hochfluth im Juni 1894 (Oderwerk III, 2, S. 343). Wiederum zeigte sie an der Pegelstelle bei Mistek-Friedeck (am Mittellaufe des Flusses) zwei Anschwellungen, von denen die eine ziemlich bald zu einem Höchststande führte (+2,50 m a. P. 30. Juli 6½ Uhr nachmittags gegenüber +0,22 m am 27.), während sich der zweite Scheitel auch diesmal am dritten Tage danach einstellte. Dafs derselbe auch noch wiederum gerade um 0,60 m unter dem ersten blieb, ist allerdings nur Zufall, denn allem Anschein nach ist die zweite Anschwellung auf die Gewitterregen in den ersten Tagen des August zurückzuführen, sodafs sie mit dem vorangehenden Hochwasser nur in lockerem Zusammenhang steht. Im Juni 1894 erstreckten sich beide Scheitel 20 cm höher, ohne dafs beklagenswerthere Schäden durch das Wasser angerichtet wurden. Da die angegebene Pegelstelle nur um 3,3 km weniger von der Mündung des Flusses entfernt ist, als Deutsch-Krawarn von der Oppamündung, so lassen sich beide Flüsse hinsichtlich ihrer Hochwasserzeiten ohne weiteres mit einander vergleichen. Dabei ergiebt sich, dafs die erste Anschwellung der Ostrawitza derjenigen der Oppa um etwa 9 Stunden voranging, wobei noch ganz von der Entfernung zwischen den Mündungen beider Flüsse abgesehen ist, welche diesen Zeitraum in Bezug auf den Hauptstrom noch vergröfsert.

Ungefähr in der Mitte zwischen den Mündungen von Ostrawitza und Olsa ist — bei Patlowetz — ein selbstschreibender Pegel aufgestellt. Von ganz unbedeutenden Schwankungen des Wasserspiegels (unter 10 cm) abgesehen, verzeichnete auch dieser drei Wellenscheitel, den ersten und höchsten (+3,95 m a. P. gegenüber +0,80 m 5 Tage zuvor) indes bereits am 30. Juli 5 Uhr vormittags, d. i. wesentlich früher, als der Wellenscheitel aus der oberen Oder oder gar aus der Ostrawitza dorthin gelangen konnte. Nun empfängt die letztere unterhalb der oben angeführten Pegelstelle freilich noch in der Lucina einen Nebenflufs, dessen Theilgebiet fast ¼ der gesamten Grundfläche des ganzen Ostrawitzagebietes umfafst, und wenn dasselbe auch nur dem Hügel- und Flachlande angehört, so wird doch auch im Oderwerk (III, 2, S. 338) von einem Falle berichtet, wo die Lucina rascher anschwoll, als die Ostrawitza und Olsa. Allein es ist doch wohl kaum anzunehmen, dafs sich durch die Speisung aus einem so kleinen Gebiet im Hauptflufs ein Höchststand herausbildete, der alle folgenden überragte. Eher ist wohl an einen Rückstau zu denken, der durch die erste Welle der Olsa auf das seit dem 28. in lebhafteres Steigen gerathene Oderwasser ausgeübt wurde. Der Scheitel der Olsawelle traf an der Pegelstelle bei Wilmersdorf noch auf den 29. Juli, und zwar auf 11 Uhr nachts. Für den früheren Eintritt des Hauptregenfalles ist dies um so bezeichnender, als jene Pegelstelle nur noch 9 km von der Mündung des 99 km langen Flusses entfernt ist. Die Pegelstelle bei Patlowetz liegt dann noch 8 km oberhalb der Olsamündung, und so stimmen Weglänge und Zeitdauer ungezwungen zu der Annahme, dafs der Rückstau des Wassers seine Höchstwirkung dort ungefähr um 5 Uhr morgens erreichte.

Vor allem wird diese Vermuthung aber durch die weitere Bewegung der Wasserstände bestätigt, die in der Olsa eine besonders lebhafte war. Aufser kleineren Schwankungen fanden an der genannten Pegelstelle nicht weniger als vier Erhebungen des Wasserspiegels statt, die den jeweilig voraufgegangenen Tiefstständen gegenüber 1,73, 0,80, 0,33 und 1,00 m betrugen und erst mit dem 4. August abschlossen. Am höchsten gingen die erste und letzte, nämlich auf +3,85 und +3,95 m a. P., während die Zwischenscheitel bei +3,53 und +3,65 m a. P. gipfelten und das der Hochfluth vorhergehende Niedrigwasser +1,96 m am 24. und +2,12 m am 27./28. Juli betrug. Auch hier ist die Ursache für die mehrfache Erregung wohl weniger in der Gliederung des Gewässernetzes, als in erneuten Regenfällen anfangs August zu suchen, die, wie schon erwähnt, vielfach mit Gewittererscheinungen verbunden waren und mehr örtlichen Charakter hatten. So wurden z. B. zu Olsau am 2. August 68,5 mm gemessen. Der Rückstau in die Oder scheint sich nun namentlich bei der zweiten und bei der vierten jener Wellen wiederholt zu haben. Denn bei Wilmersdorf trafen die Scheitel derselben auf den 2. August 2 Uhr nachmittags und den 4. August 7 Uhr vormittags; Höchststände der Oder folgten aber bei Patlowetz am 2. August 6 Uhr nachmittags (+3,91 m a. P.) und am 4. August 10 Uhr vormittags (+3,28 m a. P.), also diesmal in drei bis vier Stunden. Dafs die Oderwelle vom 2. August diejenige vom 4. so weit überragte, findet seine einfache Erklärung darin, dafs am 2. August auch die Ostrawitza im Wachsen begriffen war. Einzig aus sich selbst kann diese jedoch die Fluthwelle der Oder nicht ausgebildet haben; denn die Ostrawitza erreichte ihren Höchststand bei Mistek-Friedeck erst zu der gleichen Stunde, wie die Oder den ihren bei Patlowetz, und zwischen diesen beiden Pegelstellen liegt ein Wasserweg von 35 km.

Konnte die Olsa schon so beträchtlich zurückwirken, so mufste sie die Wasserstände unterhalb ihres Zusammenflusses mit der Oder um so mehr beherrschen. In der That tritt am Pegel in Olsau, 1 km unterhalb ihrer Mündung, der erste und zugleich wieder bedeutendste Höchststand (+5,00 m a. P.) bereits sechs Stunden nach dem Vorübergang ihres eigenen ersten Wellenscheitels bei Wilmersdorf ein, also genau zu derselben Zeit (30. Juli 5 Uhr vormittags), zu welcher sich die Höchstwirkung des Rückstaus in der Oder die 8 km bis nach Patlowetz hinauf fortgepflanzt hatte. Dafs der Wellenscheitel scheinbar 6 Stunden brauchte, um den nur 10 km langen Weg von Wilmersdorf bis nach Olsau zurückzulegen, darf nicht befremden; denn der Wasserspiegel konnte ja seine höchste Lage bei Olsau erst in dem Augenblicke erreichen, wo die von der Olsa gebrachte Wasser-

12) Man vergleiche Kartenblatt V zum Oderwerk.

13) Aus den Eintrittszeiten der Scheitel kann man nicht erschliefsen, mit welcher Geschwindigkeit die untere Strecke der Oppa von der Welle durchlaufen wurde. Unterhalb einer derartigen Vereinigung zweier Wasserarme sind ja Höchst- und Tiefststände des Wasserspiegels an die Voraussetzung gebunden, dafs die Wassermenge des einen Armes so schnell wächst, wie die des anderen abnimmt; denn nur dann ist der Differentialquotient der gesamten Abflufsmenge nach der Zeit gleich Null.

menge bereits wieder um soviel abnahm, wie diejenige der oberen Oder wuchs. Ebenso unmittelbar ging aus der letzten Fluthwelle der Olsa eine solche, und zwar ebenfalls die letzte der Oder hervor. Das vorangehende Wellenthal schritt am Pegel in Wilmersdorf am 3. August 9 Uhr abends (mit + 2,95 m a. P.) vorüber; der Scheitel folgte, wie aus den bereits oben gemachten Angaben hervorgeht, schon 10 Stunden später. Ersteres gebrauchte nun etwa $6^1/_4$, letzterer dagegen nur 2 Stunden, um (jenes mit + 4,12, dieser mit + 4,50 m a. P.) nach Olsau hinab zu gelangen, und auch dieser Unterschied erklärt sich ohne weiteres damit, dafs die Abflufsmenge der Oder seit dem Abend des 2. August bereits wieder im Abnehmen begriffen war, was in der vom Pegel in Pătlowetz aufgezeichneten Curve nur durch den schon mehrfach erwähnten Rückstau aus der Olsa vorübergehend verhüllt wird. Der Niedrigststand mufste sich unterhalb der Vereinigung der beiden Wasserarme infolge dessen so lange verzögern, bis die Speisung aus der Olsa in demselben Mafse wuchs, wie diejenige aus der Oder abnahm; dies wird indessen sehr bald nach dem Zeitpunkt der geringsten Zufuhr seitens der Olsa der Fall gewesen sein; denn das Wasser der Oder verminderte sich recht langsam, während die Olsa in 10 Stunden um 1 m stieg. Anderseits mufste der Gipfel der Anschwellung bei Olsau auf den Augenblick vorrücken, wo die Zunahme des Olsa-Wassers und die Abnahme des Wassers der Oder einander das Gleichgewicht hielten. Letzteres dürfte aber schon längere Zeit vor dem Eintreffen des Höchststandes eingetreten sein; denn zu allerletzt pflegt ja der Wuchs des Wassers selbst bei spitzen Wellen ein etwas langsamerer zu werden. Aufserdem ist namentlich noch eine Anschwellung zu erwähnen, die den Wasserspiegel in der Zeit von den Morgenstunden des 2. August bis zur folgenden Nacht um 1,52 m (bis auf + 4,90 m a. P. in Olsau) hob. Auch sie war in der Hauptsache wohl durch die Olsa hervorgerufen, die seit der vorangehenden Mitternacht bis 2 Uhr nachmittags um mehr als $^3/_4$ m stieg. Gleichzeitig scheint aber auch eine Mehrung des von der Ostrawitza gebrachten Wassers stattgefunden zu haben.

Soweit der Abflufs des Hochwassers von hier an nicht durch die linken Nebenflüsse beherrscht wird, läfst er namentlich die Neigung zu einer Vereinigung der einzelnen Fluthwellen hervortreten, die denn auch schon bei Breslau erfolgt. Die weiteren rechten Nebenflüsse blieben samt und sonders ohne einschneidende Einwirkung auf den Hauptstrom, sodafs es genügen wird, ihrer erst weiter unten im Verein mit der Warthe Erwähnung zu thun.

Auch die links zufliefsende Zinna nahm das Wasser aus ihrem Hügellande so träge auf, dafs sie in ihrem Unterlauf vom 24. ab in 10 Tagen langsam um 1,2 m (auf + 1,32 m a. P. in Binkowitz) stieg und damit noch etwa 0,2 m unter Ausuferungshöhe und ohne jede Bedeutung für den Verlauf des Hochwassers blieb, dessen Scheitel am Pegel in Ratibor dann folgende waren:

1. + 5,64 m a. P., 30. Juli, 4 bis 8 Uhr nachmittags,
2. + 5,60 „ „ „ 3. August, 6 bis $10^1/_2$ Uhr vormittags,
3. + 5,16 „ „ „ 4. „ $6^1/_2$ bis 8 Uhr nachmittags.

Dieselben brauchten hiernach etwa 6 bis 11 Stunden, um die 22,4 km messende Strecke von Olsau bis Ratibor zu durchlaufen. Die Höhe der Anschwellung erfuhr dabei den gewöhnlichen Zuwachs, der durch die örtlichen Querschnittsverhältnisse bei Ratibor bedingt ist: Lagen bei Olsau die drei Hauptscheitel um 3,82, 3,72 und 3,32 m über dem bei der Beobachtung am 24. Juli festgestellten Niedrigwasser, so sind die entsprechenden Werthe für Ratibor 4,68, 4,64 und 4,20 m. Der Unterschied zwischen der Fluthgröfse bei Olsau und der bei Ratibor betrug hiernach, wenn man die Höhe des Wasserspiegels vom 24. als Anfangswerth festhält, beim ersten Scheitel 0,86, beim zweiten 0,92 und beim dritten 0,88 m, was auf ein gutes gegenseitiges Entsprechen der Wasserstände schliefsen läfst. Wollte man dagegen die Fluthgröfsen für die einzelnen Wellen berechnen, d. h. darunter den Abstand zwischen dem Wellenscheitel und dem ihm unmittelbar vorangehenden Tiefststande verstehen, so würde man keine brauchbaren Beziehungen finden, da die Wellenthäler an der allgemeinen Aufhöhung der Wasserstände viel stärker theilnahmen, als die Gipfel der Wellen. Während z. B. bei Olsau das Niedrigwasser zwischen den beiden ersten Hauptscheiteln um mehr als $1^1/_2$ m unter diesen lag, schrumpft der Abstand bei Ratibor bereits auf 1,10 und 1,06 m zusammen, und bei Birawa, 31,6 km weiter unterhalb, hat dieser Ausgleich weitere Fortschritte gemacht. Die beiden ersten Hauptscheitel, die bei Ratibor annähernd gleich hoch waren, erzeugen auch hier zwei einander fast gleiche Höchststände, nämlich + 4,42 und + 4,40 m a. P., womit die Gesamthöhe der ganzen Anschwellung, bezogen auf das ihr voraufgehende Niedrigwasser, wieder um etwa 1 m abgenommen hat. Die Einsenkung, welche die Wasserstandscurve zwischen jenen beiden Scheiteln zeigt, ist aber bereits auf 0,6 m vermindert, während die dritte Welle, die allerdings schon bei Ratibor nur eine ganz vorübergehende Unterbrechung des endgültigen Absinkens des Wassers darstellt, hier gänzlich verschwunden ist. Auch am Unterpegel im Coseler Hafen kehrt zwischen zwei fast gleich hohen Wellenscheiteln (+ 4,05 und + 4,02 m a. P.) eine Einsenkung des Wasserspiegels um 0,6 m wieder. Die Geschwindigkeit, mit der sich die Fluthersscheinung fortpflanzte, betrug zwischen Ratibor und Birawa im ersten Wellenscheitel 1,6, im zweiten 2, von dort bis Cosel alsdann in beiden etwa 2 km/Stunde. Die Ausfüllung des Ueberfluthungsgebietes bildet wohl die Hauptursache für diese so kleinen Werthe.

Der erste wichtige, auch für die Wasserstandsvorhersage zu berücksichtigende Nebenflufs, den die Oder nach dem Austritt aus ihrem Quellgebiete empfängt, ist die Hotzenplotz. Im Oderwerk wird mehrfach darauf hingewiesen, dafs diese manche Eigenschaften mit der benachbarten, so gefürchteten Glatzer Neifse theilt, nur dafs diese allein schon durch die 4- bis 5fache Gröfse ihres Gebietes ungleich bedeutender ist. Auch diesmal wirkten beide Flüsse auf die Hochwasserstände der Oder in ganz ähnlicher Weise ein: Selbständige Fluthwellen konnten sie im Hauptstrome nicht entwickeln; die von ihnen hervorgerufene Vergröfserung des Hochwassers aber kam vorwiegend der ersten Hochwasserwelle zu gute, und zwar bei der Glatzer Neifse in so hohem Grade, dafs die zweite Welle dadurch beinahe ausgelöscht wurde.

Nach der vorangeschickten Witterungsübersicht gehört das Gebiet der Hotzenplotz bereits zu denjenigen, in welchen der Hauptregen erst vom 29. zum 30. fiel. Gleichwohl ging am Pegel in Deutsch-Rasselwitz der erste Hauptscheitel des Hochwassers bereits am 30. Juli (nach den zwei- bis dreimaligen Beobachtungen am Tage ungefähr um 7 Uhr vormittags in der Höhe von + 2,20 m a. P.) vorüber, worauf er die noch etwa 36,5 km lange untere Flufsstrecke bis ungefähr 9 Uhr nachmittags durchlief und im Hauptstrom zu einem beschleunigten Anstiege des bereits in voller Entwicklung begriffenen Hochwassers beitrug. Auch in den nächsten Tagen blieb die Wasser-

führung des Flusses eine recht reiche; nur ganz allmählich sank er in drei Tagen bei Deutsch-Rasselwitz auf einen Pegelstand (1,78 m), der noch immer 3 cm über dem mittleren Hochwasser von 1886/95 liegt, worauf dann bis zum Nachmittage des nächsten Tages (3. August) eine nochmalige Erhebung um 12 cm (oder etwas mehr) erfolgte. Veranlafst war diese allem Anschein nach auch hier durch die Gewitterregen, die sich allenthalben an die Dauerregen der letzten Tage des Juli anschlossen; in Neustadt z. B. fielen vom Morgen des 31. Juli bis zum Morgen des 2. August noch 51 mm. Zur Oder gelangte jene zweite kleine Anschwellung erst am Nachmittage des 4. August und traf hier ziemlich genau auf deren zweiten Wellenscheitel. Infolge der geringeren Höhe der zweiten Hotzenplotzwelle blieb dieser jedoch bei Oppeln bereits um 9 cm unter dem ersten, während der Unterschied bei Cosel nur 3 cm betragen hatte. Im ganzen nähert sich die Wasserstandscurve, wie schon angedeutet, immer mehr einem Linienzuge, der mäfsig schnell emporstrebt und sich dann ganz langsam senkt. So vollzieht sich der Uebergang von der ersten zur zweiten Welle bei Oppeln bereits 47 cm unter dem ersten und 38 cm unter dem zweiten Scheitel, und Hand in Hand damit geht die Neigung des Wasserspiegels, auf seinen Umkehrpunkten längere Zeit zu beharren. Am Pegel in Oppeln ergaben z. B. sieben über die 12 Stunden von $7^1/_2$ Vormittag bis $7^1/_2$ Nachmittag am 1. August ziemlich gleichmäfsig vertheilte Pegel-Ablesungen stets die gleiche Scheitelhöhe (+ 4,54 m), und auch bei der Wende zu nochmaligem Anstieg änderte der Wasserspiegel seine Lage in mehr als 7 Stunden so gut wie garnicht. Der zweite Scheitel wurde auch nur wenig schneller überschritten.

Die Gebietsfläche der Glatzer Neifse beträgt nicht ganz ein Drittel des bis vor ihre Einmündung gerechneten Sammelgebietes der Oder, während ihre Abflufsmenge zuweilen, wenn auch nur auf ganz kurze Zeit, diejenige der letzteren überwiegen kann (Oderwerk III, 2, S. 474). Diesmal geschah dies nicht, obschon die eintägigen Regenhöhen in den Gebirgen der Grafschaft Glatz stellenweise über 100, die 4tägigen aber über 200 mm hinausgingen. Die Wasserführung erfuhr jedoch dadurch einen gewissen Ausgleich, dafs die Hochwasserwellen der Seitengewässer den Flufs zu verschiedenen Zeiten erreichten.

Schon oberhalb der Mündung der Landecker Biele nimmt der Flufs (nach Oderwerk II, S. 64) 15 gröfsere Nebenbäche auf, die sämtlich mit grofsem Gefälle von den Bergen herabstürzen. Durch die Plötzlichkeit, mit welcher sich die Aenderungen des Wasserstandes in solchen Bächen vollziehen, wird der Ueberblick über den Verlauf des Hochwassers sehr erschwert. Vom Quell-Laufe der Neifse wird aus Ober-Langenau gemeldet, dafs dort das Hochwasser in der Nacht vom 29. zum 30. die Höhe von etwa 3 m am Pegel erreichte. Zwei Tage zuvor hatte letzterer noch trocken gelegen, und am Morgen des 30. war das Wasser bereits wieder auf 1,80 m a. P. zurückgetreten. Alsdann scheint das ausgeuferte Wasser langsam nachgefolgt zu sein; denn nachdem der Wasserspiegel in den nächsten zweimal 24 Stunden um 0,30 und 0,60 m gefallen war, behauptete sich während der nächsten vier Tage der Pegelstand + 0,90 m; der gleichzeitige Regenfall aber war ziemlich unbedeutend.

Die Führung des Hochwassers scheint die Landecker Biele, vielleicht im Verein mit einigen der zuvor vom Glatzer Schneegebirge herabkommenden Bäche übernommen zu haben. Der Glatzer Schneeberg hatte ja, wie oben erwähnt, vom 28. zum 29. bereits einen annähernd ebenso starken Regenfall, wie vom 29. zum 30. (85 und 95 mm), und die Landecker Biele, in deren Gebiet vom 27. zum 29. annähernd zwei Drittel der Menge vom 29./30. fielen (ohne freilich den Bach bis zum Morgen des 29. sonderlich zu erregen) hatte ihren Höchststand am Pegel in Eisersdorf, also blofs noch etwa 5 km von ihrer Einmündung in die Neifse entfernt, bereits nachts um 2 Uhr, während bei der Morgenbeobachtung am 30. das Wasser schon wieder um mehr als 1 m gefallen war. Einer Zeitungsnachricht zufolge war denn auch bereits am Abend zuvor um 6 Uhr eine drahtliche Hochwassermeldung von Landeck nach Glatz abgegangen, während Meldungen über Hochwasser in der Neifse selbst dort erst zwischen 2 und 3 Uhr nachts eintrafen. Für die Reinerzer Weistritz fehlt es leider ganz an einer Bestimmung der Zeit und des Mafses ihrer höchsten Anschwellung. In Glatz soll das Wasser der Neifse etwa um $3^1/_2$ Uhr nachts die Rinnsteine und allmählich die Strafsen zu füllen begonnen haben. Der Höchststand mufs ungefähr zur Zeit der Morgenbeobachtung eingetreten sein, die + 3,90 m a. P. ergab, während an den beiden Tagen zuvor + 0,30 und + 0,78 m gefunden waren. Auch die erwähnte Zeitungsnachricht, die früh um $6^1/_2$ Uhr niedergeschrieben wurde, enthält die Bemerkung, dafs der Höchststand des Wassers „jetzt“ erreicht zu sein scheine. Wenn sie dann aber hinzufügt, das Wasser habe höher gestanden, als 1883, so beweist das, mit welcher Vorsicht selbst solche an Ort und Stelle verfafsten Mittheilungen aufzunehmen sind; denn 1883 lag der Höchststand am gleichen Pegel auf + 4,85 m, also fast um einen vollen Meter höher als diesmal.

Ueber das Hochwasser der Glatzer Steine kann nur der günstige Umstand berichtet werden, dafs es die Neifse erst erreichte, als deren eigenes Wasser im Abnehmen war.

Die beste Uebersicht über den Abflufs des Wassers aus der Grafschaft Glatz in das Vorland giebt die vom Pegel in Wartha selbstthätig aufgezeichnete Wasserstandscurve. Anfangs nur wenig über Pegelnull, steigt dieselbe zunächst von den ersten Nachmittagstunden des 28. bis zum nächsten Morgen um 7 Uhr auf nahezu $^1/_2$ m. Von nun an bleibt die Geschwindigkeit des Anstiegs bis 10 Uhr abends nahezu unverändert (= 8,3 cm/Stunde), während sie sich um diese Stunde ziemlich plötzlich verdoppelt, sodafs die nächsten 6 Stunden ziemlich genau einen Zuwachs von + 1,75 auf + 2,75 m a. P. bringen. In den nächsten vier Stunden, von 4 bis 8 Uhr vormittags am 30., hebt sich das Wasser dann noch etwas schneller (um 20 cm/Stunde), bis 2 Stunden später unter stetigem Schwanken des Wassers zwischen + 3,52 und + 3,68 m a. P. der Wellenscheitel erreicht ist. Eine verhältnifsmäfsig steile Neigung zeigt auch der Rücken der Welle; denn um 4 Uhr früh am 31. ist das Wasser bereits wieder um 1,40 m (im Mittel also 8 cm/Stunde) gesunken. Offenbar stimmt diese Wellenform gut mit der Annahme überein, dafs die Fluthen der Biele und der Neifse im grofsen und ganzen zusammentrafen, dabei aber diejenige der Biele etwas voranging. So ist es wohl nicht unwahrscheinlich, dafs der letzte, beschleunigte Anstieg in dem Augenblicke begann, wo die vielleicht schon zum Rückgang neigende Hauptwirkung der Biele durch die der Neifse abgelöst wurde. Wäre eine der Wellen schon in ausgesprochenem Niedergang begriffen gewesen, als die andere eintraf, so würde ihre Verschmelzung kaum einen so spitzen Wellenscheitel ergeben haben.

Ungefähr um dieselbe Zeit, wo der Hauptscheitel der Hochfluth an der Pegelstelle bei Wartha vorüberging, war bei Neifse, 55 km weiter flufsabwärts, bereits das Hochwasser der mit starkem Gefälle von der südlichen Sudetenscholle (aus österreichischem Gebiet) herabkommenden Wildbäche angelangt, unter denen die Freiwaldauer Biele der bedeutendste ist. Am Mittag des 28. lag der Wasserspiegel am Pegel in Neifse noch auf — 0,17 m, 24 Stunden später bei + 0,35 m; auf diese so harmlose Einleitung folgte dann aber in den nächsten 24 Stunden ein Anstieg um mehr als 3 m. Im Gegensatz zu der spitzen Welle bei Wartha verliefs der Wasserspiegel seinen Höchststand (+ 3,42 m a. P., am 30. um 12 Uhr mittags und 4 Uhr nachmittags beobachtet) nur langsam, und kaum war der Vorübergang des Wellenscheitels durch ein Sinken des Wassers um 15 cm erkennbar geworden, als nun auch die Glatzer Welle eintraf, die das Wasser bis zum nächsten Mittag auf + 3,73 m a. P. steigen liefs und damit den Hauptscheitel der Anschwellung brachte. Dafs dieser sich, obschon er den ersten um einige Decimeter überragte, doch nur um noch nicht einmal einen halben Meter über das vorangehende Wellenthal erhob, beweist deutlich, dafs der Flufs längst aus seinen Ufern getreten war und nun ein breites Ueberschwemmungsgebiet die neu ankommenden Wassermengen aufnahm. Für die mittlere Geschwindigkeit, mit welcher der Glatzer Wellenscheitel die Strecke von Wartha bis Neifse durchlief, läfst sich nur eine untere Grenze angeben. Denn der Höchststand mufste ja bei Neifse bereits auf den, nicht näher zu bestimmenden Zeitpunkt fallen, als die aus dem Glatzer Gebiet kommende Wassermenge nur noch um ebensoviel wuchs, wie die Zufuhr aus dem östlichen Theil des Gewässernetzes abnahm. Da nun zwischen dem Vorübergange des Höchststandes am Pegel bei Wartha und dem Eintritt des zweiten Höchststandes bei Neifse ungefähr 26 Stunden vergingen, so beträgt jene untere Grenze 2,1 km/Stunde. Dafs die wahre Fortpflanzungsgeschwindigkeit der einander entsprechenden Wasserstände etwas gröfser war, geht indes auch daraus hervor, dafs der dritte, übrigens unbedeutende Anstieg bei Neifse bereits 20 Stunden später begann, als die ihm vermuthlich entsprechende dritte Erhebung des Wasserspiegels am Pegel bei Wartha.

Auf der Strecke von Glatz bis zur Mündung pflegt der Wellenscheitel (nach Oderwerk III. 2, S. 471) eine mittlere Geschwindigkeit von 1,95 km/Stunde zu entwickeln. In erster Annäherung ist es wohl gestattet, diesen Werth auf die Gesamtzeit auszudehnen, während welcher der Wasserspiegel am Neifser Pegel über 3 m lag, was ungefähr vom 30. Juli 9 Uhr vormittags bis zum 1. August um dieselbe Stunde der Fall war. Wenn nun die 62,8 km lange Flufsstrecke von Neifse bis zur Mündung, der obigen Geschwindigkeit entsprechend, in 32 Stunden durchschritten wurde, so erhielt die Oder den stärksten Zuflufs aus der Neifse vom Nachmittage des 31. Juli bis zum Nachmittage des 2. August. Derselbe traf also gerade noch mit dem ersten, bis zur Olsa zurückzuverfolgenden Wellenscheitel der Oder zusammen, der ja bei Oppeln, 29 km weiter oberhalb, während des 1. August beobachtet worden war. Der Scheitel der zweiten Oderwelle, welcher an der Mündung der Neifse gegen den Mittag des 5. August anlangte, erhielt dagegen aus letzterer nur noch eine Verstärkung, die einem Wasserstande von etwa 2 m am Pegel in Neifse entsprach. Die Folge war, dafs, wie bereits oben erwähnt wurde, beide Wellen nicht unbeträchtlich anwuchsen, aber die erste doch wesentlich höher als die zweite. Wenn nämlich bei Oppeln eine Welle in der Höhe von etwa $4^1/_2$ m a. P. vorübergeht und die Neifse nicht wesentlich zu ihr beisteuert, so erscheint sie am Pegel in Koppen ungefähr in gleicher Pegelhöhe (was einer Abflachung um einige Decimeter gleichkommt). Diesmal mafsen die Scheitel indessen bei Oppeln + 4,54 und + 4,45 m a. P., bei Koppen aber + 5,14 und ungefähr + 4,87 m. Ihr zeitlicher Abstand blieb dagegen ungeändert, nämlich $3^1/_3$ Tage, und ebenso ging der dazwischenliegende Tiefststand dem zweiten Scheitel hier, wie dort, um 28 Stunden voran. Nur füllte sich infolge des Umstandes, dafs die Wasserführung der Neifse zwischen dem Vorübergang der beiden Oderwellen im grofsen und ganzen dauernd nachliefs, das Wellenthal zwischen beiden Scheiteln bereits soweit aus, dafs es bei Koppen nur noch 7 cm unter dem zweiten Scheitel lag, und schon am Oberpegel bei der Sandschleuse in Breslau lief das Hochwasser, das unterhalb der Oppa-Mündung in einer drei- und, genau genommen, sogar noch mehrfachen Welle bestanden hatte, in einer Form ein, in der das Absinken des Wasserspiegels nach dem Vorübergang des ersten Scheitels (+ 6,36 m a. P., am 3. August von 6 Uhr morgens bis $3^1/_2$ Uhr nachmittags) nur noch (bei + 6,08 m a. P. am 5./6. August) durch den verschwindenden Anstieg um 2 cm unterbrochen wurde. Beim Unterpegel an der Bürgerwerderschleuse ist endlich auch dieser kaum noch zu rechnende Wellenscheitel als solcher verschwunden und nur noch daran wiederzuerkennen, dafs vom 5. August 6 Uhr nachmittags bis zum 7. August 2 Uhr früh bei 17maliger Ablesung immer ein und derselbe Wasserstand (+ 3,28 m) gefunden wurde. Der Wellengipfel war + 3,70 m a. P. hoch und überschritt damit das mittlere Hochwasser von 1873/92 nur um fast $^1/_4$ m, wobei jedoch zu bemerken ist, dafs an der genannten Pegelstelle eine ständige Senkung der Wasserstände vor sich geht, sodafs jener Werth ein etwas gröfseres Hochwasser bedeutet, als es nach der blofsen Zahlenangabe scheinen möchte.

Nach Ohle und Lohe, die im wesentlichen nur in ihren eigenen Thälern toben (Oderwerk I, S. 142), bildet die Weistritz wieder einen auch für die Wasserhöhe im Hauptstrom wichtigen Hochwasserflufs. Ihre Anschwellung ging auch diesmal ziemlich rasch von statten; die Rückenseite der Welle dehnte sich dann aber bei deren Fortpflanzung flufsabwärts mehr und mehr. Wie in den benachbarten Quellgebieten von Katzbach und Bober, wurde auch im Oberlaufe der Weistritz der Höchststand noch in den Abendstunden des 29. Juli erreicht. Selbst noch an der Pegelstelle bei Ober-Weistritz, wo der Flufs eben im Begriff ist, das Eulengebirge zu verlassen, ging der Scheitel der Anschwellung allem Anschein nach noch kurz vor Mitternacht vorüber (+ 2,20 m a. P., $11^1/_2$ Uhr). Der Gesamtwuchs des Wassers betrug hier bereits 1,85 m, wovon 1,10 m auf die letzten 5 Stunden kamen. Am nächsten Vormittag stand das Wasser um $9^1/_2$ Uhr bereits wieder auf + 1,14 m a. P., während es von nun an recht allmählich weiter zurückwich.

Neben dem Austritt des Wassers in das stellenweise recht breite Ueberschwemmungsgebiet hat wohl namentlich die Peile durch ihren langsameren Wechsel der Wasserstände dazu beigetragen, den Wasserspiegel längere Zeit in der Nähe seines Höchststandes zu erhalten. So ergaben am Pegel zu Domanze die gewöhnlichen Ablesungen um 6 Uhr früh:

29	30.	31.	1.	2.	3.	4.	5.
0,74	**2,20**	1,92	1,90	1,80	1,60	1,38	1,20 m.

und noch etwas langsamer fiel die Weistritz bei Canth, nachdem sie ihren dortigen Höchststand nach einem Gesamtwuchs von 2,65 m am 31. um 2 Uhr nachmittags mit + 3,45 m a. P. erreicht hatte.

In ganz entsprechender Weise gestaltete sich die Fluthwelle im Striegauer Wasser um, das ja überhaupt eine weitgehende Aehnlichkeit mit der Weistritz zeigt. An der Stelle seines Austritts aus dem Gebirge schwoll der Flufs in $^3/_4$ Tag um mehr als 2 m (auf + 2,45 m a. P. bei Hohenfriedeberg am 30., $6^3/_4$ Uhr früh), sank dann aber in den nächsten 6 Stunden bereits wieder um 1 m und hierauf im Laufe eines Tages um fast ebensoviel. Striegau wurde von dem Wellenscheitel um $10^1/_2$ Uhr vormittags, also mit 2,6 km/Stunde Geschwindigkeit erreicht. Die Vorderseite der Welle erhob sich auch hier ziemlich steil um 2,3 m; dagegen folgte auf den Scheitel zunächst nur eine Senkung um 1,3 m, dann aber ein Beharren des Wasserstandes. Unterhalb der Einmündung des Freiburger Wassers (der Polsnitz) verlor dann auch die Vorderseite der Welle etwas an Steilheit. Zeitlich dürfte die Welle des Striegauer Wassers derjenigen der Weistritz um etwa $^1/_2$ Tag nachgefolgt sein. Bei der Dehnung der Wellen kommt dieser Unterschied indessen kaum in Betracht, und so wirkten beide Gewässer in der Weise zusammen, dafs die unterste Flufsstrecke eine einmalige, aber verhältnifsmäfsig hohe und, wie schon erwähnt, langandauernde Anschwellung hatte. Am Pegel in Deutsch-Lissa ging dieselbe in 3 Tagen um 2,80 m über den vorherigen Beharrungswasserstand (bis auf + 3,70 m a. P. am 1. Juli 3 Uhr nachmittags); dagegen war das Wasser drei Tage später erst wieder um 1 m gefallen und eine Woche darauf nur etwa um 0,4 m weiter.

Das Sammelgebiet der Oder wächst durch den Hinzutritt der Weistritz nur um 8 % seines vollen oder 14 % seines linksseitigen Umfanges. Schon hieraus geht hervor, dafs ein Hochwasser der Weistritz nicht leicht als selbständige Fluthwelle im Oderstrom fortbestehen kann, und dies ist völlig ausgeschlossen, wenn dessen eigenes Wasser selbst in so starkem Steigen begriffen ist, wie diesmal am 1. August, und so ist von einer Einwirkung der Weistritz nicht viel mehr als ein zeitweise beschleunigtes Ansteigen des Wassers zu merken.

Dies gilt sogar noch von der ihrem Gebiete nach ein wenig gröfseren **Katzbach**, in der doch das Hochwasser schon recht verheerend wüthete. Gleich zu den ersten Nachrichten aus dem Hochwassergebiet zählte ja auch die Kunde, dafs der Bahnverkehr bei Schönau unterbrochen und der Bahndamm bei Neukirch an zwei Stellen durchrissen sei. In der That erreichte das Hochwasser fast die Höhe desjenigen vom Juni 1883, welches bei Liegnitz auf + 3,94 m a. P. stieg und damit in neuerer Zeit weitaus das Höchste war. Diesmal machte das Wasser 2 Decimeter tiefer, also bei + 3,74 m a. P. Halt. Es bestätigte sich dabei, dafs der Uebergang aus dem Ruhezustande in die Hochfluth und die Fortpflanzung der Welle gewöhnlich so rasch stattfinden, dafs rechtzeitige Warnungen kaum möglich erscheinen (Oderwerk III, 2, S. 564). Denn schon um 10 Uhr am Abend des 30. war jener Wellenscheitel nach Liegnitz hinabgelangt, nachdem bereits am Mittage um 1 Uhr mit + 2,58 m a. P. eine Höhe des Wasserspiegels erreicht war, der man während der letzten Jahrzehnte nur noch ganz vereinzelt begegnet. Am Mittage zuvor hatte dagegen noch ein Beharrungs-Niedrigwasser von 0,00 m a. P. geherrscht. Hieraus geht zunächst hervor, dafs die Zahl 3,74 m zugleich mit der gesamten Ausschlagsweite des Wasserspiegels zusammenfällt. Aufserdem ist daraus zu ersehen, dafs der Wasserspiegel beim Beginn der Anschwellung mit gröfserer Geschwindigkeit emporgeschnellt sein mufs, als in den letzten 10 Stunden des Anstiegs. Wenigstens lassen die Beobachtungen in Goldberg, wie auch diejenigen an der Wüthenden Neifse in Bolkenhain mit ziemlicher Sicherheit darauf schliefsen, dafs bis Mitternacht das Verhalten des Flusses noch nirgends auf eine Hochfluth deutete.

Dafs der Fufs der eigentlichen Fluthwelle ziemlich scharf erkennbar war, wird auch durch die einigermafsen bestimmte Meldung des Beobachters in Goldberg bestätigt, dafs die Hochwasserwelle dort am 30. um $3^1/_2$ Uhr nachts eingetroffen sei. Der gleichzeitige Wasserstand ist leider nicht hinzugefügt (wohl weil Pegelbeobachtungen nicht mehr möglich waren). Ebenso findet sich für den dortigen Höchststand nur die Zeitangabe: früh $9^1/_4$ Uhr, während bezüglich der Höhe desselben aus einer anderen Bemerkung hervorzugehen scheint, dafs sich die gesamte Wellenhöhe auch hier auf ungefähr $3^3/_4$ m belief. Von der Wüthenden Neifse kann nur mitgetheilt werden, dafs sie in ihrem Oberlauf an der Pegelstelle bei Bolkenhain ihren Höchststand ebenfalls in der Nacht zum 30. hatte, und zwar mit + 2,40 m a. P., was einer Anschwellung um etwas mehr als 2 m entspricht. Wie diese Welle unterwegs wuchs und auf diejenige der Katzbach einwirkte, war nicht festzustellen. Zur Zurücklegung der Strecke von Liegnitz bis zur Mündung des Flusses braucht der Scheitel der Fluthwelle (nach Oderwerk III, 2, S. 565) noch etwa 9 bis 10 Stunden. Er erreichte den Strom somit in den Vormittagstunden des 31., sodafs dessen stark ansteigendes Wasser unter der Einwirkung der seitlichen Zufuhr noch etwas schneller in das Ueberfluthungsgebiet übertrat, als es sonst der Fall gewesen wäre. Als dann 5 Tage darauf der Scheitel der Oderwelle herannahte, war die Katzbach längst wieder so weit gefallen (bei Liegnitz auf etwa + 1 m a. P.), dafs ihre Abflufsmenge zur Höhe des Oderhochwassers nur wenige Centimeter beisteuern konnte.

Am **Bober** hat sich die Erfahrung, dafs sein Abflufsvorgang vorwiegend durch Lomnitz und Zacken beherrscht wird (Oderwerk III, 2, S. 590) wohl kaum je so sichtlich und so betrübend bewahrheitet, wie diesmal. Der mit starkem Nordwestwinde verbundene Wolkenbruch, der die letzte Ursache der Heimsuchung bildete, erfuhr am Kamme des Gebirges augenscheinlich eine gewisse Hemmung und traf dadurch das Gebiet jener Bäche nicht nur am schwersten, sondern zugleich auch am frühsten. Wenigstens brachten die Gebirgsbäche, die dem engeren Quellgebiete des Bober angehören, ihr Hochwasser sämtlich erst einige Stunden später, als Lomnitz und Zacken. Da nun der Bober bei geringerem Gefälle bis zum Hirschberger Thal auch eine bedeutend gröfsere Lauflänge besitzt, als Lomnitz und Zacken, so konnte sein Hochwasser erst eintreffen, als durch letzteres die Niederungen um Hirschberg längst unter Wasser gesetzt waren. Bemerkenswerth ist jedoch, dafs Hirschberg zunächst weniger von der Seite des Riesengebirges aus, als von der Sattlerschlucht her bedroht war. Bei dem kräftigen Regen, der seit der Nacht zum 28. ohne Unterlafs fiel und am 29. immer ärger wurde, bot diese schon am Abend des 29., etwa um 10 Uhr, nicht mehr die genügende Durchflufsweite, und dem dadurch hervorgerufenen Rückstau des Wassers ist es wohl zuzuschreiben, dafs sich der Wasserspiegel am Pegel in Hirsch-

berg zunächst von 7 Uhr abends bis Mitternacht um 0,45 m hoh, wodurch das Wasser auf + 2,90 m a. P. kam. Am Mittag zuvor scheint sich bereits eine ähnliche Stauwirkung geltend gemacht zu haben; denn zwischen $12^1/_2$ und 2 Uhr stieg das Wasser ziemlich plötzlich von + 2,05 auf + 2,55 m a. P., ging dann in den nächsten Stunden auf + 2,45 m zurück und beharrte hier mehrere Stunden, bis gegen Abend jene zweite Erhebung begann.

Zwischen 1 und 2 Uhr nachts wurde den Bewohnern Hirschbergs durch Alarmsignale ernste Gefahr verkündet; Zacken und Lomnitz waren mit der Hauptmasse ihres Hochwassers zur Stelle. Erst wenige Stunden zuvor, etwa um 10 Uhr, hatten sie im Gebirge zerstörend zu wirken begonnen. Ueber die Zeit, wo der Zacken bei Petersdorf, dem Orte der Vereinigung des Grofsen und Kleinen Zacken, gefährlich zu werden begann, schwanken die Angaben etwas. Sicher ist jedenfalls, dafs die Hochfluthen, welche ihm während der letzten Stunden vor Mitternacht im Agnetendorfer- und Hainwasser von Süden her zuströmten, längst im Bette des Zacken keinen Platz mehr finden konnten. Bezüglich der Lomnitz stimmen alle Nachrichten im wesentlichen darin überein, dafs sie oben im Gebirge etwa um 10 Uhr, unten an der Mündung aber etwa um 12 Uhr die ersten Schäden anrichtete. Diese kurze Frist genügte also den Wassern, um den 21 km langen Bach zu durcheilen, der allerdings mit einem Riesengefälle und fast ohne Laufentwicklung vom Gebirgskamm herabstürzt. Für den späteren Eintritt des Hauptregens in den sich östlich an den Riesenkamm anschliefsenden Bergzügen ist es bezeichnend, dafs schon das Hochwasser der Eglitz demjenigen der Lomnitz um einige Stunden nachfolgte.

Als früheste Stunde, zu welcher der Bober im Kreise Landeshut verheerend zu werden begann, wird $2^1/_2$ Uhr nachts genannt. In guter Uebereinstimmung mit dieser aus Blasdorf (einige Kilometer unterhalb Liebau) stammenden Angabe befindet sich die weitere Meldung, dafs in Buchwald (oberhalb Liebau) das Wasser seinen Höchststand gegen 3 Uhr früh hatte. In Landeshut, etwa 14 km weiter unterhalb, wurde dieser um 3 Uhr 40 Minuten nachts und unverändert dann noch bei der üblichen Ablesung um $9^1/_2$ Uhr vormittags in der Höhe von + 2,00 m a. P. gefunden. Die Ausuferung mufs hier besonders frühzeitig begonnen haben. Denn schon vom Morgen des 28. bis zum Morgen des 29. war der Bach um einen vollen Meter, auf + 1,75 m a. P. gestiegen und schon damit seinem Höchststande seit 1890 auf 9 cm nahe gekommen. Um $8^3/_4$ Uhr abends wurde jener Wasserstand wiedergefunden, ein Zeichen dafür, dafs die doch nicht unbeträchtlichen Wassermengen, welche dem Bach im Laufe des Tages zugeflossen waren, sich grofsentheils über seine Ufer ergossen hatten. Nur so wird es ja auch erklärlich, dafs der Wolkenbruch in der Nacht dann das Wasser nur noch um $^1/_4$ m hob. Die Entleerung des Ueberfluthungsgebietes erfolgte dann ziemlich allmählich; um $4^3/_4$ Uhr am Nachmittag des 30. war das Wasser erst wieder um $^1/_4$ m gefallen, und am nächsten Morgen stand es noch bei + 1,45 m a. P. Den Zeitpunkt, zu welchem der Scheitel der Boberwelle ins Hirschberger Thal eintrat, wird man etwa zwischen 6 und 7 Uhr früh anzunehmen haben. So wird aus Rohrlach (6 bis 7 km unterhalb Kupferberg) berichtet, dafs dort die Gefährdung durch das Wasser von 5 bis 11 Uhr vormittags währte, und der Wellenscheitel pflegt ja in Gebirgsbächen dem ersten Schaden-Hochwasser sehr schnell zu folgen. Am Hirschberger Pegel war das Wasser von Mitternacht bis 6 Uhr früh von + 2,90 auf + 5,00 m gewachsen. Zu der Wasserzufuhr vom Riesenkamm her, die immer noch in recht reichlichem Mafse fortdauerte, kam nun noch das Hochwasser des oberen Bober, und so hob sich der Wasserspiegel trotz des gewaltigen Umfanges des Ueberschwemmungsgebietes nur mit gesteigerter Schnelligkeit weiter. Die Höhe, bei der dann endlich um 10 Uhr vormittags die Umkehr eintrat, hat man nachträglich auf 7,73 m a. P. geschätzt; 24 Stunden hatten also zu einer Erhebung des Wassers um $5^3/_4$ m genügt, die dazu noch ganz harmlos begann, in den letzten 10 Stunden aber mehr als $4^3/_4$ m betrug. Ob und wie weit damit das vorjährige Hochwasser wirklich alle sonstigen dieses Jahrhunderts überstieg, wird sich schwerlich mit völliger Gewifsheit feststellen lassen. So fehlt es namentlich für die grofse Sommerhochfluth des Kriegsjahres 1813 (Oderwerk III, 2, S. 614) an Hochwassermarken, und auch andere Hochwasser aus dem Anfang des Jahrhunderts, besonders z. B. dasjenige des Jahres 1804, kämen bei einer Vergleichung mit dem vorjährigen in Frage. Eins unter diesen soll bei Schmiedeberg höher gestiegen sein, als das vorjährige; seit 1813 haben indes Schmiedeberg und Hirschberg wohl in der That bei weitem nicht ein so hohes Wasser gesehen, wie jüngst.

Ueber den Abflufs des Wassers aus dem Hirschberger Kessel stehen leider nur dürftige Angaben zu Gebote. Dafs die Gefahr in dem engen Durchbruchsthal des Bober sehr zeitig begann, wurde oben bereits erwähnt. In Lähn trat, wie von einem dortigen Mühlenbesitzer gemeldet wird, der Bober um Mitternacht über seine Ufer, hatte um 4 Uhr die ganze Stadt unter Wasser gesetzt und stieg dann noch bis $1^1/_2$ Uhr nachmittags. Die Pegelbeobachtung war infolge der Ueberschwemmung nicht möglich. Die Erregung des Flusses hatte ziemlich bald nach dem Eintritt des Dauerregens begonnen. Denn am Mittage des 28. lag der Wasserspiegel noch unter Mittelwasser, am Mittag des 29. dagegen schon nicht mehr allzuviel (0,37 m) unter dem mittleren Hochwasser, das 2,77 m a. P. beträgt. Erst am 1. August war er wieder bis zur Höhe des letzteren gesunken, und der weitere Abfall des Wassers war dann ein so langsamer, dafs es am 10. noch 0,2 m über dem Jahres-Mittelwasser war. Für die nächste Pegelstelle, Klein-Enlau (unterhalb Sprottau), bleibt bezüglich der gröfsten Wasserhöhe eine ähnliche Unsicherheit, indem nur berichtet wird, dafs der Wasserstand am 31. am Mittage, der gewöhnlichen Beobachtungszeit, ungefähr + 4,50 m, am nächsten Mittage + 4 m a. P. betrug. Der Fufs der Fluthwelle traf, den Schadenwirkungen nach zu urtheilen, in den ersten Frühstunden des 31. dort ein; denn mit guter Uebereinstimmung wird gemeldet, dafs er tags zuvor in der Zeit von 12 bis 2 Uhr früh von Lähn bis Siebeneichen, dann in je zwei Stunden bis Löwenberg, Braunau und Grofs Walditz, hierauf um $1^1/_2$ Uhr nachmittags bis Bunzlau und endlich um $10^1/_2$ Uhr abends bis nach Ober- und Nieder-Leschen gelangt war. Da die Strecke von Lähn bis Ober-Leschen etwa $78^1/_2$ km, bis Nieder-Leschen etwa 84 km mifst, so entspricht dies einer mittleren Geschwindigkeit von 3,5 bis 3,8 km/Stunde.

Der **Queis** verhielt sich ganz ähnlich, wie der Bober selbst, nur noch etwas ungestümer, als dieser. Die Zerstörungen begannen im Friedeberger Thale nur wenig später, als in der Hirschberger Gegend. Aus den einmal täglichen Beobachtungen am Pegel zu Friedeberg ist leider über die Höhe der Fluth

nichts zu entnehmen. Dagegen geht aus denselben hervor, dafs der Wasserstand am Mittag des 29. noch ein sehr mäfsiger war: das Wasser war nämlich vom 27. zum 28. um 0,22, zum 29. dann um 0,40 m gestiegen. Kurz nach 2 Uhr nachts aber trat der Flufs, einer Zeitungsnachricht zufolge, wildbrausend aus seinen Ufern. In der sechsten Stunde, als das Wasser bereits wieder im Sinken war, fiel ihm auch die grofse, erst nach dem Hochwasser 1888 neu erbaute Röhrsdorfer Brücke zum Opfer. In Greiffenberg (9 km von Friedeberg) erreichten die Fluthen in der fünften Morgenstunde ihre gröfste Höhe, von der es heifst, dafs sie diejenige vom Jahre 1888 noch ungefähr um 20 cm überragte. Die Gefahr soll hier von 1 Uhr früh bis zum nächsten Mittage angehalten haben, während für das benachbarte Friedersdorf ein etwas kürzerer, aber gut in diese Grenzen passender Zeitraum angegeben wird.

Bei Siegersdorf, also bereits ziemlich weit unten an der Hügellandstrecke des Flusses, lag der Wasserspiegel am Mittag des 29. bereits 0,9 m über Mittelwasser; die nächsten 22 Stunden brachten eine weitere Erhebung um 2 m, während hierauf ein aufserordentlich schneller Anstieg: in $1^1/_2$ Stunde um 1 m folgte. Der Wellenscheitel wurde dann, augenscheinlich infolge des schnellen Anwachsens des Ueberfluthungsgebietes, langsamer erstiegen, indem das Wasser in den $4^1/_2$ Stunden von $11^1/_2$ bis 4 Uhr mittags noch um 0,90 m wuchs und damit seinen Höchststand bei + 5,40 m a. P., hier thatsächlich genau 0,20 m über demjenigen im August 1888 erreichte. Das Wasser fiel nun zunächst langsam bis zum 1. August 6 Uhr nachmittags auf + 3,70 m a. P., erhob sich dann aber bis Mitternacht nochmals auf + 4,50 m. Bei dem darauf folgenden Absinken verweilte es vom 2. bis zum 4. August in der Höhe von + 3,40 m a. P., und eine gröfsere Senkung erfolgte dann erst zwischen dem Mittag des 5. und dem Vormittag des 6. August, nämlich von + 3,20 auf + 2,50 m a. P., womit wieder diejenige Grenze erreicht war, bei welcher der telegraphische Meldedienst an der Pegelstelle abgebrochen wird. Da man den Wellenscheitel für Friedeberg wohl auf etwa 3 Uhr früh anzusetzen hat, so durchlief dieser die Zwischenstrecke von $69^1/_2$ km mit $5^1/_3$ km/Stunde mittlerer Geschwindigkeit.

Bei der oben ermittelten Geschwindigkeit mufs der Fufs der Schadenwelle des Bober am 31. etwa zwischen 4 und 6 Uhr früh bis zur Mündung des Queis gelangt sein und dort dessen eigene Fluthwelle bereits auf dem Höhepunkte ihrer Entwicklung getroffen haben. Wenn der Scheitel derselben auch von Siegersdorf ab die Geschwindigkeit von $5^1/_3$ km/Stunde behauptete, so war er sogar schon um 1 Uhr nachts zur Stelle, während sich dieser Zeitpunkt für den Fall einer zuletzt etwa auf 4 km/Stunde ermäfsigten Geschwindigkeit um 3 bis 4 Stunden hinausschieben würde. Wiederum vereinigten sich also die Wellen beider Gewässer, ganz wie es der nur durch die geringere Lauflänge des Queis etwas eingeschränkten nahen Verwandtschaft derselben entspricht und wie es das Oderwerk (III, 2, S. 608 unten) als das gewöhnliche angiebt, zu einer einheitlichen Boberwelle. Welche Wassermassen sich in dieser auf einander thürmten, geht daraus hervor, dafs der Wasserspiegel bei Sagan zwischen den beiden Mittagsablesungen am 30. und 31. von + 0,90 auf + 6,00 m stieg und schon damit um 0,80 m über den Scheitel des Hochwassers vom August 1888 hinausging, der seit dem Beginn der dortigen Pegelbeobachtungen (1870) den höchsten Wasserstand bildete. Wahrscheinlich stieg indessen der diesmalige Wellenscheitel noch über 6 m, da der Pegelbeobachter nur die üblichen Mittagsablesungen mittheilt. Das allmähliche Absinken des Wassers, das in den ersten vier Tagen 1,00, 0,90, 0,50 und 0,85 m betrug, ging auch hier nicht ohne eine kleine Unterbrechung vor sich, die indessen zu spät kam, als dafs man sie mit der oben erwähnten kleinen Nachwelle des Queis in Verbindung bringen könnte.

Auch die Beobachtungen an den Pegeln in Christianstadt führen die ganz aufserordentliche Höhe der Fluth besonders klar vor Augen. Für den doch schon recht ansehnlichen Zeitraum 1837/96 betrug der höchste eisfreie Wasserstand am dortigen Unterpegel + 3,33 m, und nur während eines Eisganges stieg das Wasser einmal auf + 4,13 m a. P. (Oderwerk III, 2, S. 610 bis 611). Diesmal zeigte der Pegel bereits am Mittag des 31. + 3,10, am nächsten Mittage + 4,80, in den nächsten Tagen aber immer noch + 3,50 und 3,40 m, sodafs das Wasser drei volle Tage lang über dem eisfreien Höchststand der letzten 60 Jahre blieb. Dabei geben jene Zahlen bei weitem noch nicht den wirklichen Wellenscheitel; vielmehr giebt der Beobachter diesen mit + 5,80 m in der Nacht vom 31. Juli auf den 1. August an. Leider ist nicht hinzugefügt, ob am Ober- oder Unterpegel, was bei so hohen Wasserständen naturgemäfs nur noch insofern Bedeutung hat, als der Nullpunkt des Oberpegels um 0,58 m tiefer liegt als beim Unterpegel. Selbst wenn nun aber jene Angabe für den Oberpegel gelten sollte, so kommt für den Unterpegel immer noch + 5,22 und damit 1,89 m mehr heraus, als der bisherige eisfreie Höchststand betrug.

An der untersten Pegelstelle, bei Kuckädel, die von der Mündung des Flusses nur noch $20^1/_2$ km entfernt ist, wurden am 1. August um 3 Uhr nachmittags + 4,75 und drei Stunden später + 4,69 m a. P. abgelesen. Der wahre Höchststand dürfte kurz nach 3 Uhr eingetreten sein und lag vielleicht noch wenige Centimeter über dem ersten Werthe. Die Form der Hochwasserwelle war inzwischen, was auch schon hätte für die vorangehende Pegelstelle bemerkt werden können, eine völlig andere, unvergleichlich flachere geworden, als bei Sagan. Mit der mäfsigen Anstiegsgeschwindigkeit von 4 bis 5 cm/Stunde kam der Fufs der Welle am 30. heran; erst am Mittag des 31. verdoppelte sich diese Geschwindigkeit ziemlich plötzlich, ging aber über 10 cm/Stunde niemals ernstlich hinaus, und so blieb der höchste 24 ständige Zuwachs des Wassers unter $2^1/_2$ m, also unter der Hälfte des bei Sagan beobachteten Werthes. Ungefähr halb so schnell als es zuletzt gestiegen war, begann das Wasser dann wieder zu fallen. In der Nacht zum 2. erfolgte jedoch noch ein ganz geringer Anstieg, der möglicherweise der zweiten Welle des Queis entsprach.

Ganz ungewöhnlich war das vorjährige Hochwasser des Bober auch durch die Geschwindigkeit, mit der es den zum Strom gewordenen Flufs durcheilte. Nach dem Oderwerk (III, 2, S. 619) brauchen höhere Fluthwellen desselben etwa drei Tage, um von Landeshut bis nach Christianstadt zu gelangen, während bei weniger reifsenden Hochwassern der Zeitbedarf gröfser zu sein scheint (und in der Hochwasser-Meldeordnung auch gröfser angegeben wird). Im Gegensatz hierzu genügten diesmal ziemlich genau 60 Stunden, also $2^1/_2$ Tage, um den Fluthscheitel von Landeshut bis nach Kuckädel (also noch etwa 28 km weiter) hinabzuführen. Da die Zwischenstrecke $235^1/_2$ km mifst, so stellt sich die daraus folgende mittlere Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 3,92 km/Stunde ein wenig höher, als sie oben für den Fufs

der Schadenwelle zwischen Lähn und Ober- und Nieder-Leschen gefunden wurde. Zu der physikalischen Bedeutung dieses Mittelwerthes ist jedoch zu bemerken, dafs der Wellenscheitel vor allem an der Mündung des Queis einen vielleicht nicht ganz aufser acht zu lassenden Sprung ausgeführt haben kann; denn da dessen Wasserführung bereits wieder etwas nachliefs, so wurde unterhalb des Zusammenflusses beider Gewässer die höchste secundliche Abflufsmenge bereits etwas früher erreicht, als sie vom Bober gebracht wurde. Aufserdem braucht wohl kaum betont zu werden, dafs sich der Fluthscheitel im Gebirge besonders schnell thalwärts bewegte, so z. B. von Landeshut bis Hirschberg mit $43^1/_5 : 6^1/_3 = 6,8$ km/Stunde Geschwindigkeit. Doch auch die Bedeutung dieses Werthes unterliegt entsprechenden Einschränkungen, da sich ja im Hirschberger Kessel so viele Wasserarme vereinigen.

Mit den Gewässern, die vom südwestlichen Hange der Sudeten der Elbe zufliefsen, empfing auch die Lausitzer Neifse ein gewaltiges Hochwasser, an dessen Erzeugung das österreichische Quellgebiet und das sächsische Gebiet der linksseitigen Gebirgszuflüsse anscheinend in ziemlich gleicher Stärke betheiligt waren. In Sachsen, wo die Niederschlagshöhe vom 29./30. gegen 100 und die viertägige Summe vom 27./31. gegen 150 mm betrug, war die Höhe der Anschwellung über das Niedrigwasser des Herbstes 1896 nach ungefährer Einmessung folgende: in der Mandau bei Gr.-Schönau 3,55 m, weiter unterhalb bei Althörnitz 2,75 m, im Oberlaufe des Landwasser, einem kleinen Nebenbache der Mandau, bei Niederoderwitz 1,52, in der Neifse selbst an der Brücke in Ostritz 3,98 und endlich in der Pliefsnitz, ihrem zweiten gröfseren linksseitigen Nebenflusse, bei Oberrennersdorf 2,08 und bei Bernstadt 3,12 m. In der Neifse selbst war das Hochwasser ein so mächtiges, dafs man schon weit zurückgehen mufs, um einem gleichen zu begegnen. Seitdem vor nunmehr fast 60 Jahren regelmäfsige Beobachtungen am Pegel in Görlitz begannen, wurde dort sonst nie eine Wasserstandshöhe über + 4,21 m a. P. (diese am 15. Juni 1880), diesmal dagegen eine solche von + 5,30 m gefunden; der Abstand beträgt also mehr als einen Meter, während anderseits unter den Hochwassern früherer Jahre, deren Höhen noch durch Marken erhalten sind, das bedeutendste, nämlich dasjenige des Sommers 1804, die diesmalige Scheitelhöhe noch um 0,63 m überstieg (Oderwerk III, 2, S. 647 und 649). Das Wasser schwoll dabei diesmal bei Görlitz ungefähr mit der gleichen Geschwindigkeit, wie im benachbarten Queis an der einigermafsen entsprechenden Pegelstelle bei Siegersdorf. Am 29. waren um 7 Uhr vormittags noch 1,36 m und 25 Stunden später 1,80 m a. P. gefunden worden. Die nächsten zwei Stunden genügten dann, um das Wasser $^1/_2$ m zu heben, und hierauf stieg es sogar in $^1/_4$ Stunde um $^1/_4$ m, um schliefslich mit wechselnder Geschwindigkeit seinen oben angegebenen Höchststand um $5^3/_4$ Uhr nachmittags (am 30.) zu erreichen. Auf ihrer Rückseite war die Hochwasserwelle namentlich infolge zahlreicher Deichbrüche wesentlich flacher; schon um 10 Uhr nachmittags trat bei + 5 m a. P. ein mehrstündiger Stillstand des Wassers ein; 12 Stunden später lag der Wasserspiegel noch bei + 4 und weitere 12 Stunden später ziemlich genau bei + 3 m. Am Nachmittag des 1. August wurde infolge erneuter Regengüsse im Quellgebiet des Flusses abermaliges Hochwasser angekündigt, und in der That schickte sich das Wasser kurz nach Mittag bei + 2,30 m a. P. zu neuem Steigen an. Doch erhob es sich diesmal nur auf + 3,60 m, die am 2. August 3 Uhr früh beobachtet wurden. Am 10. August war dann nach ganz allmählichem Absinken wieder dasselbe Niedrigwasser (+ 1,30 m a. P.) erreicht, das dem Hochwasser vorangegangen war.

Das Oderwerk berichtet (III, 2, S. 649) von einer ortsüblichen Annahme, nach welcher der Höchststand am Unterpegel in Guben auf reichlich die Hälfte des in Görlitz beobachteten vorauszusagen ist. Es wird aber hinzugefügt, dafs diese Erfahrung sich bei Schmelzwasserfluthen häufig nicht bewähre, sondern bei diesen der Wasserstand in Guben oft wesentlich höher ausfalle. Das Oderwerk vermuthet in diesem Gegensatz eine Einwirkung der Lubst, die auch diesmal reichliches Wasser führte. Zum Theil dürfte derselbe aber wohl auch daher rühren, dafs die durch die Schneeschmelze erzeugten Fluthwellen meist weniger spitz sind und sich daher auch weniger abflachen können, als die viel plötzlicher entstehenden sommerlichen Anschwellungen. Auch die diesmalige Welle war, wie erwähnt, auf ihrer Rückseite ziemlich flach; vor allem aber hatte sie eine Höhe, für die jener Erfahrungssatz überhaupt noch nicht erprobt werden konnte, und so ging sie am Unterpegel in Guben mit einer Scheitelhöhe: + 3,45 m a. P. vorüber, die um 0,80 m über der Hälfte des Görlitzer Höchststandes lag. Noch gröfser war das Mifsverhältnifs bei der Nachwelle, die sich am Gubener Unterpegel nicht mit einer Höhe von + 1,80 m a. P. begnügte, sondern eine solche von + 2,72 m annahm. Welcher Tiefststand diesem zweiten Scheitel voranging, ist leider nicht genau zu ersehen; doch scheint derselbe, ähnlich wie bei den Oderwellen, den Scheiteln immer näher gerückt zu sein. Für die Zeit, in welcher der Wellenscheitel die 133,6 km von Görlitz nach Guben zurücklegt, hat sich nach den bisherigen Erfahrungen ein Werth von noch nicht ganz 3 Tagen ergeben, und auch diesmal wurde derselbe mit $69^1/_4$ Stunden = 1,93 km/Stunde ziemlich genau innegehalten. Sonst haben gerade die neueren Hochwasser den Weg in etwas kürzerer Frist durchlaufen, z. B. dasjenige vom Juni 1880 und vor allem dasjenige vom Mai 1887, das nur 53 Stunden dazu gebrauchte.

Von der Mündung des Bober an wird der Abflufsvorgang durch die Wellen des Bober und der Neifse auf der einen Seite und durch die der Oder und der Warthe auf der anderen beherrscht. Der Bober stieg bei Kuckädel vom Mittag des 29. an in 75 Stunden um 4 m, im Mittel also um 5,3 cm/Stunde. Am Pegel in Crossen, der allerdings nur im Rückstau des Bober liegt und von demjenigen bei Kuckädel durch einen Wasserweg von 21 km getrennt ist, war bis zum Mittag des 31. von dem herannahenden Hochwasser noch kaum etwas zu bemerken. Dann begann sich der Wasserspiegel aber auch hier mit einer Schnelligkeit zu heben, die derjenigen im unteren Bober nicht allzuviel nachgab und im ganzen 2,69 m in 67 Stunden, also durchschnittlich 4,0 cm/Stunde betrug. Allerdings geschah dies nicht ausschliefslich unter der Einwirkung des Bober; denn inzwischen flofs auch die flach geböschte Fluthwelle der Oder heran, die jedoch vorläufig erst eine nach wenigen Decimetern zählende Höhe besafs. Immerhin genügte dies Anwachsen, um den Bober die Führung des Wellenscheitels im weiteren Oderlaufe nicht sogleich in dem Augenblicke übernehmen zu lassen, in welchem der Gipfel seiner eigenen Fluthwelle in das Strombett trat, was in den letzten Abendstunden des 1. August der Fall gewesen sein dürfte. Am Pegel in Crossen wurde die Umkehr des Wasser-

spiegels erst morgens um 7 Uhr bemerkt, und ganz entsprechend trat sie am Pegel in Polenzig, der nur 16,1 km unterhalb der Mündung des Bober liegt, erst mittags ein. Die Höhe des Wasserspiegels schwankte jedoch von dieser Stunde an bis zum Vormittage des 8. August an beiden Pegelstellen überhaupt nur um 3 Decimeter, indem derselbe durchschnittlich 1 m über der Ausuferungshöhe in Crossen verblieb, dabei aber bald stieg, bald fiel. Beim Zusammentritt zweier Flufsläufe genügt es ja im allgemeinen schon, dafs die Wassermenge des einen ebenso schnell sinkt, wie die des anderen steigt, um einen vorübergehenden Höchst- oder Mindestwerth der gesamten Abflufsmenge hervorzurufen.

Der Gipfel der Oderwelle gelangte mit einer ganz ungewöhnlichen Langsamkeit zur Mündung des Bober hinab. Breslau hatte er noch mit einer Geschwindigkeit verlassen, die zwar nicht scharf zu bestimmen ist, aber bis zur Katzbachmündung doch nirgends unter 2 km/Stunde, im Mittel bis Maltsch hin sogar gegen 3 km/Stunde betrug. Für die Strecke Maltsch-Köben, die 34 km unterhalb der Einmündung der Katzbach endet, verringerte sich die Geschwindigkeit dann aber plötzlich auf 1,45 km/Stunde, ohne dafs jedoch die kaum noch nennenswerth erregte Katzbach hieran betheiligt war. Gleichzeitig flachte sich der Fluthgipfel so weit ab, dafs z. B. in Steinau der gleiche Höchststand (+ 4,56 m a. P.) am 5. August um 5 Uhr früh, 12 Uhr mittags und dann nochmals um 7 Uhr gefunden wurde. Die Einwirkung der Bartsch, deren langsam vorübergehender Höchststand annähernd mit demjenigen der Oder zusammentraf, konnte diese Abflachung der Welle nur fördern. Nun schreiten aber hohe und flache Wellen in der Oder überhaupt langsam fort, und so zeigt der Höchststand denn auch unterhalb der Einmündung der Bartsch auf der über 100 km langen Strecke von Reinberg bis Deutsch-Nettkow, hier wie dort etwa $1/2$ Tag anhaltend, nur eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 1,6 km/Stunde, während sich das Gesamtmittel für die Strecke zwischen Breslau und Deutsch-Nettkow, wenn man den frühesten Eintritt des Höchststandes zu Grunde legt, auf 1,80, wenn man dagegen bei längerem Anhalten desselben seinen mittleren Zeitpunkt als mafsgebend ansieht, auf 1,76 km/Stunde stellt.

Als am 9. August der Gipfel der Oderwelle die Mündung des Bober erreichte, konnte letzterer, da er nur noch etwa 1 m über dem Niedrigwasser vor der Ueberschwemmung stand, die Gefahr für die Oderniederung nicht mehr ernstlich vergröfsern. Nur die zeitliche Bewegung des Wellenscheitels könnte noch darauf hindeuten, dafs seine Einwirkung auf den Strom doch eine noch nicht ganz verschwindende war. Da der Bober nämlich noch ganz ausgesprochen im Absinken begriffen war, so mufste sich unterhalb seiner Einmündung der Scheitel der Hochwasserwelle schon in dem Augenblick herausbilden, wo die zuletzt sich ja nur noch ganz langsam verringernde Abflufsmenge der Oder (oberhalb des Bober) gerade noch in demselben Mafse wuchs, wie die des Bober abnahm. In der That genügte ein Zeitraum von einem vielleicht sogar nur knappen halben Tage dazu, um den Wellengipfel — wohl durch einen Sprung an der Bobermündung — die 40,2 km lange Strecke vom Pegel in Deutsch-Nettkow bis zu demjenigen bei Polenzig vorrücken zu lassen, an welch letzterem er (in der Höhe von + 3,45 m a. P.) vom 9. August 5 Uhr nachmittags bis zum folgenden Vormittage um 8 Uhr anhielt.

Da man wohl auch für den Scheitel der 8 Tage zuvor durch den Bober hervorgerufenen Fluthwelle in der Oder eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit zwischen $1^1/_2$ und 3 km/Stunde annehmen darf, so mufs er zwischen 4 und 8 Uhr am Nachmittag des 2. August zur Mündung der Neifse gelangt und der Scheitel des Neifse-Hochwassers ihm höchstens wenige Stunden später gefolgt sein. Wohl schwoll die Oder durch dies Zusammentreffen zweier der gewaltigsten Hochwasser, die Bober und Neifse jemals betrafen, nach den Beobachtungen am Pegel in Frankfurt etwa um $^3/_4$ m höher an, als es der Fall gewesen sein würde, wenn beispielsweise der Bober allein sein Hochwasser geführt und die Neifse Mittelwasser behalten hätte. Doch blieb der Wasserspiegel trotzdem auf + 4,08 m am Frankfurter Pegel stehen, während erst am 2. August 1891 ein um 9 cm höherer Wasserstand beobachtet wurde und die riesige Sommerhochfluth des Jahres 1854 sogar um $1^1/_4$ m höher stieg, als die diesmalige. Die Zeit, die der Höchststand gebrauchte, um von Crossen nach Frankfurt vorzurücken, war merkwürdiger Weise wieder genau die gleiche, wie 1854, nämlich gleich 35 Stunden, was 2,0 km/Stunde Geschwindigkeit ergiebt. Auf den Einzelstrecken wich letztere jedoch von diesem Durchschnittswerth (dessen Geringfügigkeit das Oderwerk für das Jahr 1854 auf Deichbrüche und Ueberschwemmungen zurückführt) ziemlich erheblich ab. Die Mittheilung genauer Zahlenwerthe hierfür wird jedoch dadurch unthunlich, dafs die Pegel doch nicht häufig genug beobachtet sind, als dafs der Zeitpunkt des Wellenscheitels mit derjenigen Sicherheit festzustellen wäre, wie sie für die Rechnung mit verhältnifsmäfsig so kleinen Weglängen gefordert werden mufs.

Die Fluthwelle, die acht Tage darauf aus dem Gebiete der oberen Oder kam und weit weniger als die erste durch die Ausfüllung des Ueberschwemmungsgebietes in ihrem Fortschreiten gehemmt wurde, durchlief die Strecke von Crossen bis Frankfurt etwa in 28 Stunden, also mit der mittleren Geschwindigkeit von 2,5 km/Stunde. Für die Einzelstrecken läfst sich leider eine einigermafsen zuverlässige Schätzung wieder nicht geben. Die kleineren Wellen, in welchen sich die vorübergehenden Schwankungen des Bober im Oderstrom fortsetzten, sind unterhalb der Einmündung der Neifse kaum noch festzustellen. Unter den beiden Hauptwellen der Oder blieb die erste, durch das Hochwasser des Bober gebildete, bis zur Mündung der Neifse niedriger als die später aus dem oberen Odergebiet folgende, während durch die Vereinigung des Bober- und Neifse-Hochwassers das Gröfsenverhältnifs zwischen beiden Wellen in das Gegentheil umschlug. So fand man folgende Scheitelhöhen (in Metern am Pegel): in Crossen + 3,44 und + 3,70, in Polenzig + 3,22 und + 3,45, in Schwetig dagegen + 3,85 und + 3,64, und ähnlich in Frankfurt + 4,08 und + 3,75. Der dazwischenliegende Tiefststand ging an den beiden ersten Pegelstellen (also oberhalb der Neifse) dem Gipfel der zweiten Welle um 4 Tage, an den beiden unteren Pegeln dagegen nur noch um 3 und 2 Tage voran; sein Abstand von dem niedrigeren der Scheitel war dabei ziemlich der gleiche, indem er von 0,31 m über 0,28 und 0,24 wieder auf 0,31 m zurückkehrte; die beiden Wellen blieben also deutlich von einander zu unterscheiden.

Durch das ebenfalls erst spät eintreffende Hochwasser der Warthe erhielt der zweite Scheitel von neuem das Uebergewicht. Die übrigen rechtsseitigen Nebenflüsse sind von der Olsa ab bisher übergangen worden, da ihr Hochwasser gröfstentheils ein ziemlich geringfügiges war. So betrug die Höhe der Anschwellung über das voraufgegangene Niedrigwasser in der Klodnitz

am Pegel in Lenartowitz überhaupt nur 0,42 m (auf + 1,72 m a. P., etwa 0,30 m über dem Mittelwasser von 1893/95), in der Malapane gar nur etwa 0,2 m (noch nicht einmal auf das Mittelwasser von 1891/95) und nur in der untersten, dem Rückstau aus der Oder ausgesetzten Flufsstrecke mehr als 1 m, endlich in der Weide am Pegel in Dammig wieder 0,3 m (auf + 0,98 m a. P.). Dagegen schwoll die Bartsch an der Stelle ihrer Vereinigung mit der Horle, also bei Herrnstadt, vom 29. Juli bis zum 5. August um 1,4 m, und wenn der dabei erreichte Pegelstand von + 1,54 m auch nur $^3/_4$ m über dem Mittelwasser und $1^1/_4$ m unter dem Mittel aller Jahreshöchststände von 1886/95 liegt, sodafs auch ihr Hochwasser ein recht mäfsiges blieb, so weist neben jener Anschwellungshöhe doch schon der gröfsere Umfang ihres Gebiets, sowie die bereits oben erwähnte gröfsere Regendichte in demselben darauf hin, dafs sie wesentlich gröfsere Wassermengen führte, als die vorher genannten Flüsse. Im Gebiete der Klodnitz betrug die viertägige Regenhöhe vom 27. bis zum 31. Juli (im einfachen Mittel aus allen Beobachtungsstellen) 53, im Gebiete der Malapane 46, in demjenigen der Weide schon 70, in dem der Bartsch aber 94 mm. Macht man nun, um die abgeführten Wassermengen wenigstens ganz roh mit einander vergleichen zu können, die allerdings sehr willkürliche Annahme, dafs während der etwa auf 4 mal 4 Tage zu veranschlagenden Gesamtdauer höheren Wasserstandes im ganzen ein Drittel des während jener erstgenannten vier Tage niedergegangenen Wassers zum Abflufs gelangte, so würde sich die mittlere secundliche Abflufsmenge dieses Zeitraumes für die Klodnitz, Malapane und Weide auf 14, 22 und 30, für die Bartsch dagegen auf 125 cbm stellen. (Nach den im Oderwerk mitgetheilten Schätzungen dürften diese Zahlen allerdings noch zu hoch sein und der höchsten Abflufsmenge näher kommen als der mittleren.) Die Bartsch führte nun ihre gröfste Wassermenge in ihrer Mündungsstrecke auch gerade zu der Zeit (ziemlich unverändert vom 4. bis zum 6. August), als der Scheitel der Oderwelle vorüberging, und so gelang es ihr, denselben um einen Betrag aufzuhöhen, den man bei der Vorhersage der Wasserstände nicht erwartet hatte. Diesem eigentlichen Oderhochwasser gesellte sich dann, wie schon erwähnt, auch dasjenige der Warthe zu. Bis zur Einmündung der Netze ging die Anschwellung derselben mit merkwürdiger Gleichmäfsigkeit von statten, indem sie im Vergleich zu dem vorangehenden Niedrigwasser an allen Pegelstellen fast genau $^3/_4$ m betrug; nur Obersitzko unterbricht diese Regelmäfsigkeit mit 0,87 m, und bei Landsberg vermindert sich die Fluthgröfse auf 0,64 m. Der Wasserspiegel blieb dabei auf dieser ganzen Strecke zwischen dem langjährigen mittleren Niedrigwasser und Mittelwasser, und zwar 0,2 bis 0,4 m unter letzterem. Dafs der Höchststand bei Pogorzelice am 6. August, bei den folgenden Pegelstellen einige Tage später, bei Landsberg aber ebenfalls bereits am 6. August gefunden wurde und hier dann bis mindestens zum 10. fortdauerte, weist auf ein allmähliches Zusammenströmen des Wassers von allen Seiten und eine dadurch bedingte gewisse natürliche Regelung des Abflufsvorganges hin. Infolge Rückstaues aus der Oder erhob sich bei Fichtwerder der Höchststand bereits einige Centimeter über das Mittelwasser; am Pegel in Schnellewarthe war dies sogar um 0,66 m der Fall, sodafs die Gröfse der Anschwellung hier auf 1,27 m wuchs; für Herrenwerder vergröfserte sich dieser Werth auf etwa 2 m, und am Pegel in Cüstrin endlich blieb der Wasserspiegel mit + 2,43 m bei einer Gesamtanschwellung um angenähert denselben Betrag nur 8 cm unter dem mittleren Hochwasser von 1819/93, was ja unmittelbar vor der Mündung in die Oder auch nicht wunder nehmen kann. Wie die Oder, so hatte auch die Warthe in ihrer untersten Strecke, bis Schnellewarthe zurückverfolgbar, zwei Höchststände; der erste folgte dem entsprechenden der Oder etwa um 2 Tage nach, während der zweite, wie der dazwischenliegende, freilich nur durch eine Senkung um noch nicht 1 dcm angedeutete Tiefststand annähernd gleichzeitig mit dem des Stromes eintrat.

Am Pegel in Frankfurt lag der Scheitel der Bober-Neifse-Fluthwelle 0,33 m über demjenigen der auf sie folgenden Oder-Welle, während sich das dazwischenliegende Wellenthal um 0,31 m unter den zweiten Scheitel senkte. Am Pegel in Cüstrin, der nur zum Theil unter der Einwirkung der Warthe steht, hatte sich der Abstand der beiden Scheitel auf 0,07 m verringert, wobei aber der erste noch der höhere blieb. Das Wellenthal aber war bereits soweit ausgefüllt, dafs sich die zweite Anschwellung nur noch um 0,21 m über dasselbe erhob. Unterhalb der Warthemündung aber wurde der zweite Scheitel der höhere, indem er an den folgenden Pegelstellen den ersten um 7 bis 17, das Wellenthal aber um 15 bis 25 cm überragte. Der zeitliche Abstand zwischen beiden Scheiteln verkürzte sich beim Vorübergang an der Warthemündung von 7 bis $7^1/_2$ auf $5^1/_2$ bis 6 Tage, und gleichzeitig füllte sich das Wellenthal zwischen ihnen immer mehr aus, sodafs es am Oberpegel in Hohensaathen nur noch in einer Senkung des Wasserstandes um 6 cm unter den ersten Wellengipfel zum Ausdruck kam; am dortigen Unterpegel vorübergehend ganz verschwunden, trat es erst an den folgenden Pegelstellen im Betrage von einigen Centimetern nochmals zu Tage, bis es schliefslich wiederum verschwand, und so verliefs das Hochwasser das brandenburgische Gebiet schliefslich in folgender Form:

Am Mittag des 1. August lag der Wasserspiegel bei + 1,70 m a. P. in Schwedt und damit fast genau in der Höhe des Mittelwassers seit 1811. In den nächsten 5 Tagen stieg er zunächst um 1,11 m und dann, langsamer, in noch nicht ganz dreimal 24 Stunden noch um 0,28 m, sodafs er am Morgen des 9. August bei + 3,09 m a. P., fast genau in der Höhe des mittleren Hochwassers des Zeitraumes seit 1811 gefunden wurde. Nur ein einziger, scheinbar zufälliger und schon wenige Kilometer weiter unterhalb nur noch in einer längeren Beharrung des Wasserspiegels wiederzuerkennender Abfall des Wassers um 2 cm in mehr als 24 Stunden deutet noch darauf hin, dafs hiermit der Scheitel desjenigen Hochwassers vorübergegangen war, das in Bober und Neifse einen so stürmischen Ursprung gefunden hatte. Nochmals stieg dann das Wasser, aber diesmal in 4 Tagen nur um 14 cm. Nachdem es auf dem damit erreichten Höchststande (+ 3,21 m a. P.) $1^1/_2$ Tage lang verharrt hatte, begann es langsam, ganz langsam zu fallen, und noch am Ende des Monats stand es um 0,46 m höher, als zu Beginn desselben. Ueber die Stromufer fluthete das Wasser nach den Beobachtungen in Cüstrin $^1/_2$ Monat lang hinweg.

Selbständig behauptete sich also bis in die unterste Stromstrecke hinab einzig und allein der Scheitel derjenigen Fluthwelle, die, scharf ausgeprägt, in der Nacht zum 30. Juli aus der Olsa in die Oder gelangte. Das eigentliche Hochwasser der übrigen Gebirgsflüsse war dieser Fluthwelle überall längst vorausgegangen; gleichwohl empfing sie aus denselben, namentlich aus

dem Bober und der Glatzer, wie der Lausitzer Neifse, einen nicht unbeträchtlichen Bruchtheil der in ihr enthaltenen Wassermenge; denn von ihrer gewöhnlichen harmlos-stillen Wasserführung waren diese Flüsse beim Eintreffen jener Welle noch weit entfernt. Unter den rechtsseitigen, trägeren Nebenflüssen aber liefsen namentlich die Bartsch und die Warthe ihr zwar mäfsiges, aber dafür sich um so langsamer erschöpfendes Hochwasser gerade auf diese Fluthwelle treffen, und dieser Umstand trug wesentlich dazu bei, ihr das Uebergewicht über die vorangehende Anschwellung zu geben und deren Scheitel zuletzt sogar ganz auszulöschen.

Am Pegel in Olsau wurde der Scheitel jener einen Welle, welche die ganze preufsische Stromstrecke durchschritt, am 30. Juli um 5 Uhr früh, am Pegel in Nipperwiese zuerst 15 Tage 7 Stunden später: am Mittag des 14. August, zuletzt am Nachmittag des nächsten Tages um 4 Uhr wahrgenommen. Die Zwischenstrecke ist 670,9 km lang; die mittlere Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Wellenscheitels ergiebt sich hiernach, je nachdem man denselben für Nipperwiese der ersten Stunde seines Eintritts oder dem mittleren Zeitpunkt seines Vorübergangs zuschreibt, zu 1,83 oder 1,76 km/Stunde, wobei jedoch wiederum zu beachten ist, dafs er an der Mündung der gröfseren Nebenflüsse Unstetigkeiten erfahren haben kann und sehr wahrscheinlich auch wirklich mehrfach erfuhr.

Mit Genugthuung darf, trotz einiger unvermeidlichen Unvollkommenheiten, der von der Oderstrombauverwaltung ausgegebenen (in der Schlesischen Zeitung veröffentlichten) Vorhersagungen des Wasserstandes gedacht werden. Die erste derselben erfolgte am Nachmittag des 31. Juli nach Eingang der Meldungen aus Ratibor und den oberhalb gelegenen Pegeln und erstreckte sich bis zur Einmündung des Bober, im ganzen auf 16 Pegelstellen. Der voraussichtliche Wasserstand wurde im allgemeinen in Zehnteln des Meters mitgetheilt, theilweise aber auch auf Viertelmeter, also die Mitte zwischen zwei Zehnteln, abgerundet. Bis Breslau traf die Vorhersage nun fast überall genau den wirklichen Höchststand; so blieb an den Pegeln in Oppeln, Brieg, Ohlau, Kottwitz und Treschen die Abweichung zwischen beiden ihrem absoluten Betrage nach unter 0,05 m, also unter der von vornherein ins Auge gefafsten Genauigkeitsgrenze. Nur für Koppen war der Scheitel um 0,11 m und für den Unterpegel in Breslau, bei dem man nicht mit der stetig fortschreitenden Senkung aller Wasserstände hatte rechnen können, um volle 0,30 m zu hoch angesagt worden. In der folgenden Stromstrecke blieb das Hochwasser um 0,10 bis 0,20 m unter dem angekündigten Höchststand; man hatte die am 31. Juli aber auch noch kaum zu ermessende Einwirkung der Lohe und Weistritz überschätzt, was aber gewifs wünschenswerther ist, als das Gegentheil. Auch die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Fluthwelle war ein klein wenig zu hoch angenommen worden. Der Fluthhöhe nach traf dagegen die Vorhersage an den Pegelstellen in Neusalz, Tschicherzig und Crossen innerhalb der ihr anhaftenden engen Genauigkeitsgrenze wieder vollkommen zu.

Der Fluthwelle, die Bober und Neifse im Hauptstrom hervorriefen, und welche, wie oben erwähnt wurde, bis zur Warthemündung hin bedeutender war als die auf sie folgende Oderwelle, wurde von der Oderstrombauverwaltung keine Vorhersage vorangeschickt. Eine solche wäre aber wohl auch schlechthin unmöglich gewesen, da jene beiden Flüsse ein Hochwasser hatten, wie es bisher auch noch nicht annähernd in den Kreis zahlenmäfsig zu verarbeitender Erfahrungen gezogen werden konnte.[14]) Unter diesem Umstande litt auch eine zweite Vorhersage etwas, die am Vormittage des 5. August für den ganzen Stromlauf bis hinunter nach Schwedt erfolgte, als der Scheitel der Oderwelle die Mündung der Katzbach überschritten und nun eine lange Stromstrecke ohne nennenswerthe linksseitige Zuflüsse vor sich hatte. Als eine weitere Schwierigkeit kam dabei noch hinzu, dafs gerade von den Pegelstellen an den wichtigsten Nebenflüssen die Wasserstandsmeldungen unvollständig und ungenau eingingen, weil die Pegel theils von den Fluthen ganz weggerissen, theils auch bei weitem nicht lang genug waren und ihre Ablesung aufserdem manche Gefahren bot. So kann es nicht überraschen, dafs z. B. namentlich die Zufuhr aus der Lausitzer Neifse zu hoch in Anschlag gebracht und die voraussichtliche Höhe des Wellenscheitels von ihrer Einmündung bis nach Neu-Glietzen hin um etwa $^1/_4$ m überschätzt wurde. An letzterer Pegelstelle selbst wuchs der Fehler infolge einer allmählich vor sich gegangenen örtlichen Vergröfserung des engpafsartigen Durchflufsquerschnittes auf 0,47 m. Anderseits hatte man bei der Bartsch, wie schon erwähnt wurde, mit einer zu geringen Wasserführung gerechnet, wodurch diese zweite Vorhersage für die Strecke bis zum Bober durchschnittlich um 0,18 m zu niedrig und somit weniger gut ausfiel, als die erste, welche durch sie verbessert werden sollte. Bei der Bartsch liegt vielleicht einer der nicht häufigen Fälle vor, wo eine Berücksichtigung der Niederschlagsverhältnisse, von der sich allerdings kaum sagen läfst, wie sie gehandhabt werden soll, für die Vorhersage hätte von Nutzen sein können. Für die untersten Pegelstellen, in Pätzig und Schwedt, war die Uebereinstimmung übrigens wieder eine vollkommen befriedigende; nur verzögerte sich der Eintritt des Wellenscheitels etwa um einen Tag. Bei der ungemein flachen Wölbung der Fluthwelle in der untersten Stromstrecke kann dies aber für die Bedeutung der Vorhersage nicht im geringsten ins Gewicht fallen, und ebenso wenig kann ein Zweifel bleiben, dafs man auf Grund der einander entsprechenden Wasserstände zu einer um so fehlerfreieren Wasserstandsvorhersage gelangen wird, je mehr sich der Kreis der dabei verfügbaren Erfahrungen erweitert.

Ueber die Abflufsmengen, welche sich bei dem Hochwasser entwickelten, fehlt es leider so gut wie ganz an sicheren Erhebungen. Schätzungen derselben aus der Niederschlagshöhe sind auch ohne weitgehende Willkürlichkeiten nicht möglich. Deshalb ist es sehr willkommen zu heifsen, dafs z. B. einige Anlieger der Gewässer des oberen Bobergebietes eine wenigstens ungefähre Bestimmung der an ihren Grundstücken vorübergeführten Wassermengen versucht haben. So ist es Sattig in Hirschberg gelungen, durch örtliche Umfrage eine Reihe werthvoller Angaben über das Hochwasser in jenem Gebiet zu sammeln, die auch für die vorliegende Arbeit in dankenswerthester Weise zur Verfügung gestellt und oben bereits mehrfach benutzt wurden. Aufserdem findet sich in den Anlagen zu Intzes „Bericht über die Wasserverhältnisse der Gebirgsflüsse Schlesiens" eine z. Th. auf jene Erhebungen gestützte Darstellung auch der Abflufsmengen beim vorjährigen Hochwasser.

14) Doch bestätigte sich auch diesmal die vom Baurath Orban in Cüstrin mehrfach zu einer Vorhersage des Wasserstandes benutzte Regel, dafs der Wasserwuchs bei Cüstrin je nach dem dortigen Anfangswasserstand zwischen 10 und 45% der Summe desjenigen bei Christianstadt und Guben beträgt (Oderwerk III, 2, S. 614).

Dem obersten Laufe des Bober hat man bei Buchwald unter Annahme einer Strömungsgeschwindigkeit von 10 m eine höchste Wasserführung von 300 cbm/Secunde zugeschrieben. Es ist aber wohl richtiger, die fragliche Geschwindigkeit, wie dies auch von Intze und Sattig geschieht, nur halb so hoch anzunehmen, sodafs sich nur 150 cbm/Secunde ergeben. Die Eglitz soll bei Schmiedeberg bis gegen 200 cbm/Secunde geführt haben; die Strömungsgeschwindigkeit ist dabei nach gröfseren Gegenständen geschätzt, die als unfreiwillige „Oberflächen-Schwimmer" im Wasser trieben. Für die Lomnitz widersprechen die Angaben einander derartig, dafs schwer einer unter ihnen der Vorzug zu geben ist. Der Grofse Zacken soll in Petersdorf oberhalb seiner Vereinigung mit dem Kleinen Zacken bei Beginn des Schadenhochwassers von 130, bei der höchsten Entwicklung desselben von 180 cbm/Secunde durchströmt worden sein, während sich diese Zahlen unterhalb der Vereinigung beider Gewässer auf 150 bis 300 cbm/Secunde erhöhen. Hierzu kommt das Heidewasser nebst seinen vielen Nebengewässern noch mit 150 bis 300 cbm/Secunde hinzu, ohne dafs jedoch für alle diese Zahlen eine Gewähr übernommen werden kann. Unter den Schätzungen für den weiteren Lauf des Bober hält Sattig eine Bestimmung bei Weltende (einige km unterhalb Hirschberg) für besonders zuverlässig, wonach die Gefahr bei etwa 1000 cbm/Secunde begann, während die Höchstmenge gegen 1800 cbm/Secunde betrug. Allerdings ist hierbei vorausgesetzt, dafs die Strömungsgeschwindigkeit in dem dortigen Engthal auf 8 m/Secunde wuchs; das ist aber doch wohl ein wenig hoch gegriffen, und so findet Intze eine Höchstmenge von 1750 cbm/Secunde erst bei Mauer, also unterhalb des Kemnitzbaches, der auch seine 100 bis 200 cbm/Secunde gebracht haben dürfte. Dem Queis schreibt Intze bei Marklissa eine höchste Wasserführung von 600 cbm/Secunde zu. Endlich werden noch von E. Schubert im laufenden Jahrgange des Centralblattes der Bauverwaltung folgende auf Grund örtlicher Aufnahmen mittels bekannter Formeln berechneten Abflufsmengen bei höchstem Wasserstande mitgetheilt: Für den Bober an der Eisenbahnbrücke der Strecke Sagan-Liegnitz gegen 1900, für den Queis an der Eisenbahnbrücke der gleichen Strecke, also unmittelbar vor seiner Mündung, gegen 1200 und endlich für die Lausitzer Neifse bei Muskau etwas über 2000 cbm/Secunde.

Diese Zahlen stehen nun in einer recht bemerkenswerthen Beziehung zu den Niederschlagsmengen. Bezeichnet nämlich F den Flächeninhalt des betreffenden Gebietes, r die mittlere 24stündige Regenhöhe in demselben vom 29. zum 30. Juli, R die hiernach auf das betrachtete Gebiet gefallene Wassermenge, ferner ϱ denjenigen Bruchtheil von R, der im Mittel auf die Secunde kommt, haben endlich r', R', ϱ' die entsprechende Bedeutung für den viertägigen Zeitraum vom 27. zum 31., sodafs r' die mittlere Gesamthöhe des viertägigen Regenfalles darstellt u.s.f., so gelten für diese Gröfsen die in der folgenden Uebersicht zusammengestellten Werthe, die jedoch entsprechend abgerundet sind, um nicht den Anschein einer in Wahrheit doch nicht zu erreichenden Genauigkeit zu erwecken:

Für das Untergebiet 1) des Bober bis zur Lomnitz ohne diese, 2) der Lomnitz mit Eglitz, 3) des Bober zwischen Lomnitz und Zacken, 4) des Zacken, 5) des Bober zwischen Zacken und Kemnitzbach, 6) des Kemnitzbaches, 7) des Bober zwischen Kemnitzbach und Zippelbach, 8) des Zippelbaches, 9) des Bober von dort bis zum Kleinen Bober einschliefslich, 10) von dort bis zur Brücke oberhalb Hammerwerk, also bis zur Eisenbahnlinie Sagan-Liegnitz, ferner 11) des Queis bis einschliefslich zum Hartmannsdorfer Wasser, 12) von dort bis unterhalb Lorenzdorf, und 13) weiter bis zur Mündung des Queis:

	F (qkm)	r (mm)	R (Millionen cbm)	ϱ (cbm)	r' (mm)	R' (Millionen cbm)	ϱ' (cbm)
1) Bober	575,2	85	49	570	131	75	220
2) Lomnitz . .	117,1	168	20	230	253	30	90
3) Bober	76,9	*100* [15]	*8*	*90*	*150*	*12*	*35*
4) Zacken . . .	272,3	116	32	370	179	49	140
5) Bober	38,5	*100*	*4*	*45*	*150*	*6*	*15*
6) Kemnitzbach	114,6	110	13	150	177	20	60
7) Bober	40,2	*100*	*4*	*45*	*150*	*6*	*15*
8) Zippelbach .	45,5	144	6 [16]	80	175	8	20 [16]
9) Bober	617,2	80	49	570	120	74	210
10) „	159,3	80	13	150	105	17	50
11) Queis	362,6	117	42	500	170	62	180
12) „	499,5	85	42	500	128	64	185
13) „	144,1	82	12	140	115	17	50
Bober 1) bis 10)	2056,8	—	198	2300	—	297	860
Queis 11) bis 13)	1006,2	—	96	1100	—	143	410
Zus. 1) bis 13)	3063,0	—	294	3400	—	440	1270

Die höchsten secundlichen **Abflufsmengen**, welche oben für Bober und Queis an der Ueberschneidung durch die Eisenbahnstrecke Sagan-Liegnitz gefunden wurden, liegen also ganz auffällig nahe bei den **mittleren secundlichen Niederschlagsmengen** im Betrage von 2300 und 1100 cbm, welche die bis zu jener Grenze gerechneten Einzugsgebiete des Bober und des Queis vom Morgen des 29. bis zum Morgen des 30. empfingen. Für den Bober stellt sich die höchste Abflufsmenge nur etwa um $^1/_6$ niedriger, für den Queis um $^1/_{11}$ höher, als das secundliche Niederschlagsmittel. Dieser kleine Gegensatz zwischen beiden Gewässern ist wohl kein blofser Zufall; denn obschon die mittlere Regendichte in dem genannten Gebiete des Bober noch etwas gröfser war, als in demjenigen des Queis, für die Secunde nämlich beim Bober gleich 1,12, beim Queis aber nur gleich 1,04 cbm/qkm, und obschon auch die **ganz ungewöhnlich** hohen Tagesmengen fast ausschliefslich auf das obere Bobergebiet beschränkt blieben, zeigte doch das Hochwasser des Queis ein fast noch gröfseres Ungestüm als dasjenige des Bober, und hiermit steht es durchaus im Einklang, dafs die gröfste secundliche Abflufsmenge beim Queis einen noch etwas gröfseren Bruchtheil der leider nicht näher zu bestimmenden höchsten secundlichen Niederschlagsmenge ausmachte, als es beim Bober der Fall war. Zum Theil spricht hierbei gewifs auch die gröfsere Lauflänge des letzteren mit. Denn wenn man sein Gebiet weiter flufsaufwärts begrenzt, so beginnt auch bei ihm die Höchstmenge des secundlichen Abflusses über das secundliche Regenmittel zu überwiegen. Wählt man z. B. Mauer als Grenzpunkt, so hat man zu der Summe der oben unter 1) bis 6) genannten Theilgebiete noch eine Fläche von ungefähr 20 qkm mit einer Regenergiebigkeit von etwa 2 Millionen cbm in 24 Stunden oder 25 cbm/Secunde hinzuzufügen; die gesamte Regenmenge ergiebt sich danach zu 128 Millionen cbm für den Tag oder im Mittel zu 1480 cbm/Secunde, also um 270 cbm/Secunde geringer als die oben angeführte wahrscheinliche höchste secundliche Abflufsmenge. Verhältnifsmäfsig noch höher wird das Uebergewicht der letzteren, wenn man das Gebiet eines Gebirgsbaches, wie etwa das des Zacken, herausgreift; einem mittleren Regenfall

15) Die schräggesetzten, für das Ganze nicht sonderlich bedeutenden Zahlen sind unsicher, doch wohl eher zu klein, als zu hoch.

16) Genauer über $6^1/_2$ und ϱ' näher an 25; aber r und r' sind wohl etwas höher, als es bei mehr Beobachtungspunkten der Fall sein würde.



von 350 cbm/Secunde steht hier, wie aus den obigen Angaben für den Bach bei Petersdorf und für das Heidewasser hervorgeht, eine höchste Abflufsmenge zwischen 450 und 600 cbm/Secunde gegenüber. Diese Zahlen weisen aber nun auf eine andere Beziehung. Bei Kirche Wang fielen nämlich $^6/_{11}$ der gesamten Tagesmenge vom 29./30. in den 9 Stunden von 10 Uhr abends bis 7 Uhr früh. Man wird ohne allzugrofse Kühnheit annehmen dürfen, dafs für das Gebiet des Zacken das Verhältnifs nicht wesentlich anders war; dies ergiebt aber für jene 9 Nachtstunden einen mittleren Regenfall von 540 cbm/Secunde über der Gebietsfläche, und dieser Werth fügt sich gut in die für die höchste Abflufsmenge angegebenen Grenzen ein. Mit noch gröfserem Rechte wird man für das Gebiet der Lomnitz, welchem ja Kirche Wang angehört, $^6/_{11}$ der ganzen Tagesmenge vom 29./30. jenen 9 Nachtstunden zuschreiben dürfen; die mittlere Niederschlagsmenge während derselben ergiebt sich alsdann zu 340 cbm/Secunde, und dieser Werth vermag vielleicht wenigstens einen Anhaltspunkt für die Schätzung der höchsten Wasserführung des Baches unterhalb seiner Vereinigung mit der Eglitz zu bieten.

Auf die gewaltigen, oben unter R und R' zusammengestellten Gesamtwerthe der Wassermengen, die während der Hochwassertage über den Gebieten des Bober und des Queis zur Ausscheidung gelangten, braucht wohl nicht noch besonders hingewiesen zu werden. Da der gröfstentheils zur Sprotte entwässernde untere Flachlandstheil des Gebietes von etwa 1000 qkm an jener Stelle noch nicht berücksichtigt ist, so stellt sich der Gesamtregenfall über dem Bobergebiet für die 24 Stunden des 29./30. Juli auf rund 350 und für die vier Tage vom 27. zum 31. Juli auf 550 Millionen cbm.

Wollte man aber nun versuchen, die oben für das Gebiet des Bober durchgeführte Schlufsweise etwa auch auf die Katzbach und die Glatzer Neifse zu übertragen, so würde man auf zweifellos weitaus zu hohe Werthe kommen.

Im Oderwerk wird (I, S. 5) erwähnt, dafs die Wasserscheide zwischen Oder und Elbe in der Gegend zwischen Priebus und Muskau und namentlich in der Gegend von Forst aufserordentlich niedrig verläuft und das Hochwasser der Neifse schon mehrfach mit der westwärts zur Spree abbiegenden Malxe in Verbindung getreten sein soll. Auch diesmal nahm ein Theil des Wassers, das die Dämme der Neifse durchbrochen hatte, von der Umgegend der Stadt Forst aus seinen Weg ins Elbegebiet, wo es die Niederungen ebenfalls weithin überfluthet fand.

Ueber das Hochwasser der Elbe und ihrer Nebenflüsse in Böhmen wird das k. k. österreichische Centralbureau berichten. Dafs auf der böhmischen Seite der Sudeten ein nicht minder gewaltiger Regen niederstürzte, ja an einer Beobachtungsstelle die Tagesmenge vom 29./30. Juli noch weit höher stieg, als auf preufsischer Seite, wurde oben bereits erwähnt. Demgemäfs hatte denn auch die Hochwasserwelle der Elbe beim Betreten des reichsdeutschen Gebietes eine Höhe von $6^1/_3$ m. Der ihr vorangehende Tiefststand lag mit — 1,36 m a. P. in Schandau etwa in der Mitte zwischen dem Mittelwasser und dem mittleren Niedrigwasser der langjährigen Jahresreihe.[17] Vom Frühabend des 29. stieg dann das Wasser bis zum Abend des 30. Juli um nahezu 2, in den nächsten 24 Stunden — durch ein nochmaliges Zurücksinken um etwa $^1/_4$ m unterbrochen — um etwas über $1^1/_2$ m, hierauf in wieder 24 Stunden ziemlich gleichmäfsig etwas über 2 m, worauf es erst am Morgen des 2. August in der Anstiegsgeschwindigkeit etwas nachliefs und schliefslich von 6 Uhr nachmittags ab einige Stunden hindurch auf dem Höchststande: + 5,01 m a. P. verblieb. Die Senkung des Wasserspiegels vollzog sich auch hier wesentlich langsamer: noch am 10. August befand er sich mit 0,9 bis 0,8 m um etwa 1,2 m über dem langjährigen Mittelhochwasser des Monats. Im ganzen hatte er etwa $2^1/_2$ Tag über der Grenze: + 4,00 m a. P. gelegen, welche in den 20 Jahren 1874/93 nur an 44 Tagen überschritten wurde. Wie in der Oder, so waren jedoch auch in der Elbe einige frühere Hochwasser ganz ungleich gewaltiger. Erst noch im September 1890 befand sich das Wasser um mehr als $2^1/_2$ m über dem diesmaligen Höchststand (bei + 7,58 m a. P.), und das Frühjahrshochwasser des Jahres 1845 ging gar bis auf + 8,83 m a. P.

Der starke Regenfall erstreckte sich bekanntlich auch auf das Königreich Sachsen. Die gesamte Niederschlagsmenge, die dasselbe vom Morgen des 29. bis zum Morgen des 31. empfing, wurde seinerzeit in einem vorläufigen Ueberschlag auf 1500 Mill. Cubikmeter, damit aber wohl eher unter-, als überschätzt. Die hier hauptsächlich in Betracht kommenden Einzugsgebiete der Mulde, sowie das der Elbe im engeren Sinne wurden ziemlich in gleicher Stärke von dem Regen getroffen, der theils vom 29. zum 30., theils erst vom 30. zum 31. am heftigsten war. Die dreitägige Summe vom 28. bis zum 31. früh überstieg auch in mittleren Seehöhen fast durchweg 100 mm, während im Gebirge vereinzelt sogar die doppelten Mengen vorkamen.

Gegenüber der Wassermenge, welche die Elbe bereits führte, fällt nun freilich selbst die den obigen Zahlen entsprechende erhebliche Wasserzufuhr aus sächsischem Gebiet nicht gar zu schwer ins Gewicht. So erfuhr die Hochwasserwelle denn auch in der Hauptsache nur diejenigen üblichen Aenderungen ihrer Form, welche den örtlichen Querschnittsverhältnissen entsprechen. Selbst das unbedeutende Wellenthal, das der Hauptwelle voranging, ist beim Austritt aus dem Königreich wiederzufinden. Anderseits ist es aber doch vielleicht dem neu hinzutretenden Wasser mit zuzuschreiben, dafs sich der Wellenscheitel mehr und mehr abflachte. Gleichzeitig verlor die Fluthwelle dabei vielleicht etwas an Geschwindigkeit. Wenigstens braucht bei **mittlerem** Wasserstande (und steigendem Strom) die Wasserwelle durchschnittlich nur $11^1/_2$ Stunde, um die 105 km lange Strecke von Schandau bis nach Strehla zu durchlaufen, während diesmal 19 Stunden dazu erforderlich waren, sodafs die hieraus folgende Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 5,5 km/Stunde einigermafsen an die Weichselwelle erinnert. Sie würde jedoch etwas kleiner ausfallen, wenn man nicht den frühesten Eintritt des Wellenscheitels, sondern die Mittelzeit seiner Dauer der Rechnung zu Grunde legte. Bemerkt sei noch, dafs die „Fluthgröfse“ (bezogen auf den voraufgehenden Niedrigstand vom 29. Juli) in Pirna 5,80, in Dresden 5,49 und in Strehla 5,55 m betrug, während die dortigen Höchststände + 4,58, + 4,14 und + 4,53 m a. P. waren.

Weitaus die gröfste Einwirkung auf den Hauptstrom übte unter allen seinen reichsdeutschen Nebenflüssen die Mulde aus. Seit dem Jahre 1824 war am Pegel zu Düben niemals ein eisfreier Wasserstand über + 4,84 m festzustellen, welch letzterer bei dem gewaltigen Hochwasser von 1854 eintrat, und

17) Diese und die unten folgenden vergleichenden Angaben sind dem Manuscript zu dem Werke über den Elbstrom entnommen, dessen Herausgabe seitens der Elbstrombauverwaltung vorbereitet wird.

auch der Höchststand, der von einer Eisstopfung aus dem Jahre 1815 her bekannt ist, betrug nur + 4,95 m. a. P. Diesmal wurde das Wasser dagegen am 1. August um 4 Uhr vormittags bei + 5,11 m a. P. gefunden. Die Fluthgröfse betrug dabei 4,49 m; denn am Mittag des 29. stand das Wasser auf 0,62 m a. P. Die letzten 3,25 m stieg es in 16 Stunden! Am Pegel in Bitterfeld ist die bisher bekannte Gesamtschwankung des Wasserstandes bei einer ungefähr gleich langen Beobachtungsreihe etwa im Verhältnifs 3:5 kleiner als an der Pegelstelle bei Düben, und so ermäfsigte sich die Fluthgröfse hier auf 2,42 m. Die ganz ungewöhnlich hohe Lage des Wasserspiegels tritt dafür nur um so krasser hervor; dem zuvor bekannt gewesenen eisfreien Höchststande von + 2,36 m a. P. steht ein diesmaliger von + 3,02 m gegenüber. Zur Beurtheilung der Wassermengen, welche der Flufs führte, möge die Mittheilung einen Anhalt geben, dafs man schon für die Wasserstände von + 3,06 bis + 3,42 m a. P. zu Düben eine von 418 auf 524 cbm/Secunde steigende Abflufsmenge ermittelt hat. Als drei bis vier Tage später der Scheitel der Elbe-Hochwasserwelle zur Mündung der Mulde gelangte, war das Wasser in letzterer bereits stark gesunken und fiel noch immer im Laufe eines Tages etwa um $^1/_2$ m.

Die 94 km lange Stromstrecke von der Landesgrenze bis Wittenberg hatte der Fluthscheitel in 27 Stunden, also nur noch mit 3,5 km/Stunde mittlerer Geschwindigkeit durchlaufen. Um über die Mündung der Mulde hinweg den 60,7 km entfernten Pegel zu Aken zu erreichen, brauchte er dann 26 Stunden, was nur noch eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 2,3 km-Stunde ergiebt, welche die Fluthwelle auch auf der Strecke Aken-Tangermünde (103.4 km in 45 Stunden) beibehielt. Hierauf dauerte es zwei Tage, ehe der Wellenscheitel über die ein breites Ueberschwemmungsgebiet bildende Havelniederung hinweg bis nach Wittenberge gelangte. In der untersten Stromstrecke endlich ergiebt sich eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit zwischen Lenzen und Hoopte, wo der Wellenscheitel am Abend des 14. August vorüberging, zu 1,1 km/Stunde, während sich das Gesamtmittel für die Stromstrecke von der Landesgrenze bis Hoopte auf 1,8 km/Stunde stellt.

Unter den Nebengewässern der Elbe waren sonst namentlich noch die Flüsse der Lausitz: die Schwarze Elster und die Spree an dem Hochwasser betheiligt. Jene schwoll etwa bis zur mittleren Höhe ihrer üblichen Frühjahrshochfluthen an, während das Hochwasser der Spree ungleich bedeutender war und den Niederungen am Flusse schwere Schäden zufügte. In Spremberg stieg das Wasser bis auf + 4,15 m am Unterpegel (in den letzten 24 Stunden um fast 2 m) und überschritt damit den zuvor bekannten Höchststand, der im Februar 1852 mit + 3,52 m beobachtet wurde, um 6 dcm.

In Cottbus blieb dagegen der Wellenscheitel (mit + 3,18 m am Unterpegel) fast ebenso viel unter dem bekannten Höchststand und desgleichen in Lübben (mit + 2,46 m). In Spremberg wurde der Höchststand am 1., in Cottbus am 2. August beobachtet, während er durch den Spreewald hindurch nach Lübben erst am 12. hinabgelangte. Schon hieraus geht hervor, dafs die grofse Wassermenge, die sich in der Spreeniederung sammelte, infolge ihrer breiten Vertheilung und ihres so langsamen Abflusses auf den Hauptstrom nur insofern einwirken konnte, als sie den Wiedereintritt des der Jahreszeit entsprechenden Niedrigwassers verzögern half.

Die Verheerungen, welche das Hochwasser anrichtete, waren der dem Landtage im Februar d. Js. unterbreiteten Darstellung zufolge ganz aufserordentlich zahl- und umfangreich. Und es blieb nicht bei nur materiellen Verlusten. Allein in der Provinz Schlesien endeten 28 Menschenleben in den Fluthen. Die sachlichen Schäden waren wohl im Kreise Hirschberg am mannigfaltigsten, der deshalb als Beispiel dienen möge. In ihm wurden 23 Wohnhäuser und 59 Wirthschaftsgebäude zerstört, 118 Wohnhäuser und 140 Wirthschaftsgebäude aber erheblich beschädigt, an Aeckern 25 ha, an Wiesen 33 ha, an Gartenländereien 26 ha fortgeschwemmt und gegen 140 ha Acker, 200 ha Wiesen und 65 ha Gartenländereien versandet, ferner 138 öffentliche und 120 private Brücken, sowie 20 Wehre eingerissen und mehr als 100 Brücken und 13 Wehre gröfstentheils erheblich beschädigt. Daneben entstanden auch an den Uferbefestigungen Schäden von aufserordentlicher Höhe, und alle Bäche wurden auf weite Strecken mit Steinen und Geröll verfüllt, während die übrigen Strecken meist versandeten. Von der Privatbahn Zillerthal-Krummhübel wurde bei Arnsdorf der Bahndamm auf etwa 20 m weggerissen, die Strecke Birkicht-Querseiffen aber ganz zum Verschwinden gebracht, und auch auf der Staatsbahnstrecke Hirschberg-Schmiedeberg war der Bahnkörper bei letzterem Ort etwa 20 m aufgerissen. Endlich wurden 16850 m an öffentlichen und 6440 m an privaten Wegen zerstört und noch etwa dreimal soviel erheblich beschädigt.

Im allgemeinen wurde überhaupt in den engen Gebirgsthälern von den Wasserläufen alles fortgerissen, was sich ihnen in den Weg stellte, während die Niederungen vor allem zahlreiche Damm- und Deichbrüche zu beklagen hatten, infolge deren weite, zum gröfsten Theil noch nicht abgeerntete Acker- und Wiesenflächen verschlemmten und versandeten. Ein Beispiel besonderer Wildheit bietet, wie schon mehrfach erwähnt wurde, neben den Quellbächen des Bober der Queis, der sich im Kreise Lauban an drei Stellen einen ganz neuen Lauf schuf und dadurch die grofse massive Brücke zwischen Eckersdorf und Rengersdorf völlig trocken legte. Recht schwer hatte vor allem Marklissa zu leiden, wo sich das bei Hochwasser ebenfalls äufserst stürmische Hartmannsdorfer Wasser in den Queis ergiefst und eine grofse Zahl von Gebäuden den Ansturm der Fluthen nicht zu überdauern vermochte. Auch der dortige Bahndamm wurde auf eine Länge von 50 m durchrissen.

Deichbrüche kamen an den Flachlandstrecken der Katzbach, des Bober und Queis, sowie der Lausitzer Neifse in aufserordentlich hoher Zahl vor. So waren im Kreise Bunzlau 32 Deich- und Dammbrüche zu zählen, und im Kreise Sagan betrug deren Gesamtzahl sogar 89. Denkwürdig werden vor allem die mehrfachen Deichbrüche bei der Stadt Forst bleiben, die allein im Stadtgebiet eine Gesamtlänge von 620 m erreichten und zur Folge hatten, dafs die Wassermassen der Neifse am 1. August theilweise bis zu einer Höhe von 2 m in den Strafsen der Stadt standen.

Sonst sah es in der Provinz Brandenburg namentlich an der Spree recht schlimm aus. Im Kreise Spremberg waren alle in der Spreeniederung belegenen Wiesen und Felder meterhoch wie von einem Strome überfluthet, und in den tiefer gelegenen Theilen der Stadt Spremberg lief das Wasser in die Hausthüren und Fenster hinein. Am Damm der Eisenbahnstrecke Berlin-Görlitz, der bei Cottbus die Grenze des Ueberschwemmungsgebietes bildet, war der Anstau des Wassers ein so

gewaltiger, dafs sämtliche Häuser der Dorfschaft Kiekebusch bis zu 1 m im Wasser standen und das Wasser über den rechtsseitigen Spreedeich rückläufig nach dem Spreebett überfiel, wobei es den Deich auf etwa 27 m durchbrach und auskolkte.

An der Oder und Unteren Warthe wurden hauptsächlich die Feldfrüchte vernichtet. Die Wiesen an diesen Strömen wurden, ebenso wie der Spreewald, bis zum Winter nicht gänzlich hochwasserfrei.

Näheren Aufschlufs über die Hochwasserschäden möge man in der dem Landtage vorgelegten amtlichen Darstellung suchen. Für den Regierungsbezirk Liegnitz nennt diese allein 5946090 ℳ als Summe der Schäden, die eine Gefährdung Einzelner im Haus- und Nahrungsstande oder doch wenigstens eine besondere Hülfsbedürftigkeit zur Folge hatten und 2274900 ℳ als Summe der Schäden an öffentlichen Anlagen. Dazu sind noch 472000 ℳ für unaufschiebbare Räumungs- und Freilegungsarbeiten in Ansatz gebracht. Im Regierungsbezirk Breslau ermäfsigen sich diese Zahlen auf etwa ein Zehntel: an Schäden, welche die Existenz gefährdeten, ergaben sich 445000 ℳ, an öffentlichen einschliefslich eines Betrages für die unmittelbar zu ergreifenden Vorkehrungen 285950 ℳ. Für den Regierungsbezirk Oppeln stellt sich die letzterem Betrage entsprechende Summe annähernd gleich hoch, nämlich auf 252380 ℳ, während die Verluste an privatem Besitz hier nicht so schwere waren, dafs die Eigenthümer sie nicht aus eigenen Mitteln hätten überwinden können. In entsprechender Weise ergaben sich für die Regierungsbezirke Potsdam und Frankfurt 629000 ℳ und 1881060 ℳ aus öffentlichen Mitteln zu ersetzenden, z. Th. aber schon durch Spenden gedeckten Privatschadens; für Frankfurt kommen hierzu noch öffentliche Schäden in der Höhe von 910900 ℳ. Für die Provinz Sachsen sind an öffentlichen Schäden (Deichbrüchen u. s. f.) 760000 ℳ angemeldet.

Es braucht aber wohl kaum hervorgehoben zu werden, dafs die angegebenen Zahlen die volle Höhe der durch das Hochwasser hervorgerufenen Schäden auch nicht annähernd zum Ausdruck bringen. Denn es sind ja darin alle die mannigfachen Verluste derer nicht enthalten, die für die Gewährung einer öffentlichen Beihülfe nicht in Frage kamen. In der Summe für den Regierungsbezirk Liegnitz sind z. B. auch die Schäden von Grofsgrundbesitzern und Inhabern gröfserer gewerblicher Unternehmungen nicht enthalten, die zwar ebenfalls in ihrer Existenz bedroht sind, denen man aber durch besondere Darlehen helfen will. Nach Intzes Uebersichtskarte über die Hochwasserverheerungen beziffert sich allein der im Gewässernetz des Bober und Queis bis zur Stelle ihrer Vereinigung insgesamt angerichtete Schaden auf rund 9 Millionen Mark. Hiervon kommen etwa 1 Million auf den Bober und seine Nebenbäche bis vor die Einmündung der Lomnitz, $1^1/_2$ Millionen auf Lomnitz und Eglitz, 800000 Mark auf den Zacken und seine Nebenbäche, 900000 Mark auf den Queis bis zur Einmündung des Hartmannsdorfer Wassers, 400000 Mark auf letzteres, im ganzen aber etwa $^7/_{10}$ der gemeinsamen Schadensumme auf das Gebiet des Bober und $^3/_{10}$ auf das Gebiet der Queis.

So unerwartet aber auch die Wassersnoth vielen blühenden Wohlstand vernichtete, so wenig würde die Vorstellung zutreffen, dafs bei einem derartigen Ereignifs die gewöhnlichen Naturgesetze nun gleichsam anderen den Platz einräumen, die sich jeder Berechnung entziehen. Durch vielfache Hinweise auf das Oderwerk konnte vielmehr hervorgehoben werden, dafs die Hochfluth weder in den einzelnen Gewässern des Oderstromgebietes, noch in dem ganzen Gewässernetz desselben einen Verlauf nahm, der, naturwissenschaftlich betrachtet, irgendwie überraschen könnte. Je weiter aber ein Werk, wie das genannte, eine Vertiefung in das Wesentliche an den Einzelereignissen zu fördern vermag, um so mehr wird es auch seinen Hauptzweck erfüllen und bei der Berathung über die Mafsnahmen zur möglichsten Einschränkung der Hochwassergefahren als treuer und zuverlässiger Wegweiser dienen können.

Halle a. S., Buchdruckerei des Waisenhauses.

JAHRGANG XLVIII. 1898. HEFT VII BIS IX.

Das Goethe-Gymnasium in Frankfurt a. M.

(Mit Abbildungen auf Blatt 36 bis 39 im Atlas.)

Die in den nachfolgenden Zeilen besprochene Bauausführung ist das Ergebnifs eines öffentlichen Wettbewerbs, der von den städtischen Behörden in Frankfurt a. M. zur Erlangung eines Gebäudes für das seit 1892 ins Leben gerufene Reformgymnasium am 15. Februar 1893 ausgeschrieben wurde. Veranlafst wurde dieser Wettbewerb in erster Linie durch die eigenartige Form des Grundstücks, auf welchem der Bau, wenn irgend möglich, mit der Hauptfront den an dieser Stelle parkartig erweiterten Anlagen der Bahnstrafse zugekehrt errichtet werden sollte, um in dieser Lage den Mittelpunkt des neu entstehenden Stadtviertels zu bilden. Verschiedene für diese Baustelle ausgearbeiteten Entwürfe hatten die Billigung der Behörden nicht gefunden, und bevor man sich zur Aufgabe des in anderer Beziehung sehr geeigneten Bauplatzes entschlofs, wurde deshalb die öffentliche Preisbewerbung veranstaltet. Dieselbe fand am 8. Juli 1893 ihren Abschlufs. Der Unterzeichnete war so glücklich aus ihr als Sieger hervorzugehen und mit der Ausführung des Baues nach seinen nur wenig abgeänderten Plänen betraut zu werden.

In eingehenden Ausschufsberathungen wurden, und zwar meist auf Anregung des Verfassers, noch eine Reihe von Veränderungen angeordnet, die sich zum grofsen Theil wirklich als Verbesserungen des Entwurfes erwiesen haben. In zwei Punkten konnte der Architekt seine Ansichten jedoch leider nicht zur Geltung bringen. Sie betrafen erstens die auf Anregung und unter Beistand des Directors der Anstalt schon damals rechtzeitig beantragte Vermehrung der Klassenräume um mindestens drei, da dieser Bedarf sich bei der zu erwartenden Schülerzahl demnächst doch herausstellen würde, und zweitens eine Vergröfserung der Ausmafse der Schlafzimmer in der Wohnung des Directors, die durch Beschlufs des Ausschusses zum Theil allzusehr eingeschränkt worden waren. Die Ablehnung des erstbezeichneten Antrages hat leider zur Folge gehabt, dafs, als der Rohbau bereits vollendet war, der Schülerandrang zu wiederholter Erwägung der Frage und zu dem nunmehr verspäteten Entschlufs führte, jene als Parallelklassen nothwendigen Räume thatsächlich zu schaffen. Die Pläne lassen erkennen, dafs die Anfügung von 3 Achsen an das Schulgebäude nachträglich erfolgt ist. Die bereits fertig gestellte Anlage der Nebentreppe konnte diesem Anbau nicht mehr so angepafst werden, wie dies bei einer rechtzeitigen Entschlufsfassung möglich gewesen wäre, und es entsteht somit die Nothlage, gewisse Unvollkommenheiten der Grundrifsanlage mit baugeschichtlichen Auseinandersetzungen entschuldigen zu müssen.

Nach Ausarbeitung des Entwurfs und der Werkzeichnungen wurde im Juni 1895 mit den Bauarbeiten begonnen. Die Vollendung des Baues war für den 1. October 1896 in Aussicht genommen. Der erwähnte Anbau, für welchen erst im Februar 1896 die Mittel zur Verfügung gestellt wurden, verschob die Fertigstellung bis zum 7. Januar 1897, an welchem Tage unter Anwesenheit des Oberpräsidenten der Provinz Nassau, Excellenz Magdeburg, und des Provincialschulraths, Geh. Reg.-Rath Dr. Lahmeyer, die feierliche Einweihung des neuen Gebäudes stattfinden konnte.

An Geldmitteln waren für die Ausführung, den Erweiterungsbau eingeschlossen, im ganzen 560844 ℳ zur Verfügung gestellt. Die wirklich erwachsenen Kosten betrugen 573504,22 ℳ und vertheilen sich auf die einzelnen Gebäude wie folgt:

1) Schulgebäude einschl. der bedeckten Hallen und elektrischer Beleuchtung:		
Baukosten	352653,03 ℳ	
Mobilien	24602,00 ℳ	
zusammen		377255,03 ℳ
(1 cbm umbauter Raum vom Kellerfufsboden bis Oberkante Hauptgesims, Giebelaufsätze nicht besonders berechnet, einschl. Mobilien 18,86 ℳ, ausschl. Mobilien 17,63 ℳ)		
2) Director-Wohnhaus		62600,00 ℳ
(1 cbm umbauter Raum, berechnet wie vor, 23,60 ℳ)		
3) Turnhalle:		
Baukosten	34426,00 ℳ	
Mobilien	4474,00 ℳ	
zusammen		38900,00 ℳ
(1 cbm umbauter Raum mit Mobilien 15,60 ℳ, ohne Mobilien 13,80 ℳ)		
4) Abortgebäude nebst Verbindungsgang		12200,00 ℳ
5) Umfassungsmauer, massiv mit Sandsteinabdeckung		16792,00 ℳ
6) Geländeregulirung und Befestigung		7299,00 ℳ
7) Entwässerung und Beleuchtung		8544,00 ℳ
8) Bauleitung einschl. des Architekten-Honorars und zahlreicher Modelle		44051,28 ℳ
9) Insgemein und Unvorhergesehenes		5862,91 ℳ
im ganzen		573504,22 ℳ

Der Bauplatz liegt mit seiner 80 m langen Südwest-Front an der Bahnstrafse. Seine rechtwinklig zu dieser Front belegenen Grenzen sind nach Abzug des Vorgartens an der Nordseite 104,21 m, an der Südseite nur 32,79 m tief (vgl. den Lageplan Text-Abb. 1). Da das Programm eine Lage sämtlicher Klassenräume mit Ausnahme der Physikklasse nach NW. verlangte, aufserdem ein Abstand der Klassenfenster von der Nachbargrenze von 20 m vorgeschrieben war, so ergab sich naturgemäfs, dafs der Hauptflügel des Baues mit der vorgeschriebenen geräumigen Wandelhalle, der Aula und der Bücherei der Bahnstrafse zugekehrt werden mufste, während die Klassen in einem nach der Tiefe des Grundstücks sich erstreckenden Flügel unterzubringen waren. Der vorgeschriebene Abstand der Klassenfenster von der Nachbargrenze ergab ferner einen Abstand

des Hauptgebäudes von dieser Grenze, welcher dazu einlud, Dienstwohngebäude und Turnhalle beiderseits von dem Hauptbau als selbständige, vorgeschobene Bauwerke zu errichten und mit dem Hauptbau durch praktisch nutzbare und gleichzeitig ästhetisch zusammenfassende Hallengänge zu verbinden. Das Hauptgebäude wurde hierbei soweit von der Strafse zurückgerückt, dafs die Achse dieser Hallen die Mittelachse der beiden Seitengebäude traf. Es entstand so eine Dreitheilung des Geländes, welche bei guter Gebäudegruppirung einen geräumigen, durch das Schulgebäude im Sommer beschatteten Schulhof, einen Spielplatz vor demselben und einen Turnplatz zwischen Schulgebäude und Turnhalle ergab. Die Herstellung eines botanischen Gartens auf einem an den Turnplatz anstofsenden, städtischen Gelände ist beschlossen und nachträglich ins Werk gesetzt.

Das Schulgebäude, das die geforderten Räume in 3 Stockwerken enthält, wird durch die erwähnte Vorhalle betreten, welche in der Breite des Giebels zu einem geräumigen Vorplatz erweitert und mit Sitzbänken für wartende Schüler ausgestattet ist. Von ihr aus betritt man durch einen Windfang die gewölbte Wandelhalle, die im Erdgeschofs eine Ausdehnung von 9 zu 16 m erhalten hat und von acht kräftigen Säulen aus Mainsandstein getragen wird, reichlich erhellt von der in der Achse angeordneten, dreiarmigen, in Sandstein mit Dolomit-Belag ausgeführten Haupttreppe aus. Von dieser Wandelhalle sind zugänglich das Lehrer- und Conferenzzimmer an der Südostseite, mit ihren Fenstern den Turnplatz beherrschend, der Dienstraum des Pedells und, durch ein kleines Vorzimmer zugänglich, mit Fenstern nach dem Hauptschulhof, das Zimmer des Directors, welches dieser persönlich durch eine zweite, aufserhalb der Windfangthüren liegende Thür auch aufser der Schulzeit erreichen kann, ohne die eigentlichen Schulräume betreten zu müssen. An die Wandelhalle schliefst sich ein 3,10 m breiter Flurgang an, welcher auf der einen Seite den Zugang zu 5 Klassen vermittelt, auf der anderen Seite eine Erweiterung zur Unterbringung der zugehörigen 5 Kleidergelasse erhalten hat. An seinem Ende führt die Nebentreppe, welche ebenfalls ganz massiv construirt ist und Dolomit-Belag erhalten hat, zu den oberen Geschossen und zum Keller. Durch Windfänge wohl geschützt, vermitteln an beiden Enden des Flurganges 2 Ausgänge den Verkehr zum Hauptschulhof. Vom äufsersten Ende desselben gelangt man mittels eines überdeckten Ganges zu den Bedürfnifsanstalten, die auch vom Turnplatz und vom Schulhof aus unmittelbar zu erreichen sind. In diesem Abortgebäude sind Bedürfnifsanstalten für die Lehrer sowie für den Pedell und Heizer untergebracht. Die Abortsitze und -Stände für die Schüler sind in zwei Gruppen (für ältere und jüngere Schüler) getrennt, deren jede 7 Sitze mit selbstthätiger Spülung und eine reichliche Zahl Stände mit Oelverschlufs enthält und an die Heizung angeschlossen ist, um Einfrieren im Winter zu verhüten.

Die gleiche Anordnung wie in dem Erdgeschofs des Schulgebäudes wiederholt sich im ersten Stockwerk. Nur ist hier die Wandelhalle auf eine Breite von 5,88 m eingeschränkt. Von ihr aus sind zugänglich an der Südostseite die physicalische Klasse mit einem physicalischen Cabinet und einem chemischen Arbeitszimmer, an der Südwestseite die Bücherei, an der Nordwestseite die naturgeschichtliche Klasse mit einem Raume für die naturwissenschaftliche Sammlung. An besonderen Einrichtungen hat die Physikklasse, deren Bankreihen terrassenförmig ansteigen, aufser einem Experimentirtisch neuester Construction mit Gas, Wasser und elektrischer Leitung einen Abdampfschrank und eine nach Südosten gerichtete Fensteröffnung, vor welcher der Heliostat auf dem Balcon Aufstellung finden soll, erhalten. Eine Console an der der Tafel abgekehrten Wand dient zur Aufstellung eines Projectionsapparates; Thüren ohne Schwellen verbinden die Klasse sowohl mit dem physicalischen Cabinet, wie mit dem chemischen Arbeitszimmer, sodafs die Experimente in diesen Räumen auf einem rollbaren Tisch vorbereitet und in kürzester Zeit zur Vorführung gebracht werden können. Eine Verdunklungsvorrichtung an den Fenstern vervollständigt die Ausrüstung. Eine gleiche Verbindungsthür besteht zwischen dem naturgeschichtlichen Cabinet und der naturgeschichtlichen Klasse. Auch diese ist mit einem Projectionsapparat und verdunkelnden Vorhängen ausgestattet, während in allen übrigen Klassen die bei der Nordwestlage entbehrlichen Fenstervorhänge aus gesundheitlichen Rücksichten gänzlich vermieden wurden. An dem Flurgange, der sich an die Wandelhalle in gleicher Weise wie im Erdgeschofs anschliefst, liegen im ersten Stockwerk abermals 5 Klassen und die zugehörigen 5 Kleidergelasse.

Im zweiten und letzten Stockwerk endlich, in welchem das Haupttreppenhaus durch ein mit angetragenem Stuck verziertes Rabitzgewölbe seinen Abschlufs findet, ist die Wandelhalle zu gunsten der hier an der Front des Gebäudes liegenden Aula bis zur Flurgangbreite verengt. Drei Flügelthüren führen in die rund 12,50 m breite und 16 m lange Aula. Durch zwei

Abb. 1. Lageplan mit Erdgeschofsgrundrifs.

eingebaute, um eine Stufe erhöhte Logen, welche Sitzplätze für das Lehrercollegium oder bevorzugte Gäste bieten, und durch eine Empore, die über dem Flurgange angeordnet wurde, ist das anscheinend ungünstige Raumverhältnifs derselben verdeckt. Die bogenförmige, holzgetäfelte Decke hat hierbei eine kreuzförmige Ausbildung erhalten, und es ist ein ansehnlicher wohlakustischer Raum entstanden, dessen Längenrichtung noch besonders betont wird durch eine Durchbrechung der Wand zwischen dem südöstlich anstofsenden Gesangsaal und der Aula. Diese Wandöffnung, für gewöhnlich durch eine Eichentäfelung geschlossen, ermöglicht es, den Gesangsaal zur Erweiterung der Aula, auch wohl, wie dies bei der Einweihungsfeier geschehen, zur Errichtung einer Bühne für Schüleraufführungen und dergleichen zu benutzen. Reich gemalte Glasfenster, von Lütti in Frankfurt a. M. hergestellt, welche frühere Schüler der Anstalt stifteten, dienen ihr im Verein mit der Holztäfelung der Wände zu reichem Schmuck. Einzelne Wandfelder bieten geeignete Flächen für weitere künstlerische Ausstattung, zu der die Mittel zum Theil von hochherzigen Stiftern bereits in Aussicht gestellt sind. Neben dem Gesangsaal liegt ein kleiner Raum, bestimmt für Sammlungen. Daneben führt die Treppe zur Empore, und unter dieser ist eine bescheidene Unterkunft für den Heizer gewonnen, der im Gebäude nächtigen soll. Die Nordwestfront nehmen auch in diesem Geschofs die Klassen ein, und zwar sind hier an dem Flurgange 5 Klassen, von denen eine vorläufig als Modellkammer dient, und der Zeichensaal angeordnet. 5 Kleidergelasse liegen ihnen gegenüber.

Die **Heizung** des Schulgebäudes erfolgt durch eine von der Firma Käferle ausgeführte Niederdruck-Dampfheizung, als deren Besonderheit es zu betrachten ist, dafs sie in Verbindung gebracht wurde mit einer Pulsions-Luftheizung mit elektrischem Betrieb. Diese Anordnung soll es ermöglichen, dafs im Sommer die Klassenräume mit frischer Luft versorgt werden können, und dafs bei aufsergewöhnlicher, namentlich plötzlicher Kälte im

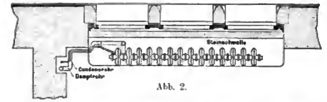


Abb. 2.

Winter die langsame Wirkung der Dampfheizkörper, welche überall unter den Fenstern Aufstellung gefunden haben, durch die viel raschere der Luftheizung unterstützt werden kann. Die Dampfzuführungs- und Condensationsrohre liegen in Mauerschlitzen der Querwände dicht an der Frontwand. Diese Schlitze sind durch Blechtafeln in Winkeleisenrahmen geschlossen. Als eigenartig sei hier die Verbindung des Heizkörpers mit diesen Rohrleitungen erwähnt (vgl. Text-Abb. 2 u. 3). Die stark erhitzten Röhren sollten nicht unbedeckt oberhalb des Klassenfufsbodens zum Heizregister geführt werden. Dieselben in die Frontwand einzuspitzen, erschien unconstructiv, da diese stark durchbrochene Wand durchaus nicht geschwächt werden durfte. So

Abb. 3.

erfolgte denn die Verbindung dicht unter der massiven Klassendecke. Die Durchbrechung derselben wurde in der Weise bewirkt, dafs der Heizkörper in der darüber befindlichen Klasse auf eine Steinschwelle gestellt wurde, welche, die Fensternische gänzlich ausfüllend und um Höhe der Scheuerleiste den Eichenholzfufsboden überragend, zugleich eine zweckmäfsige Reinigung gewährleistete und ein unmittelbares Auflager für die angegossenen Füfse der Radiatoren bot. Durch Schwelle und Kleinsche Decke wurde mit dem Steinmeifsel an passender Stelle ein ovales Loch von geringem Durchmesser geschlagen, welches die Rohre aufnahm und, oben wie unten mit einer Blechmanschette geschlossen, eine Ausfüllung mit Schlackenwolle erhielt. Die Anordnung hat sich durchaus bewährt und es fallen weder die dicht an der Decke liegenden hellgestrichenen Rohre irgendwie ins Auge, noch hat die Schalldichtigkeit der Decke gelitten. Die Zu- und Abluftrohre liegen sämtlich in der 51 cm starken Mittelwand, welche diese starken Durchbrechungen gestattet, da sie an Lasten nur die Querträger über den Klassen aufzunehmen hat. Die Zuluftrohre sind unter der Kellerdecke in einem Canal vereinigt, in den der Ventilator die angewärmte Luft mit 1 m Geschwindigkeit hineinprefst. Die Abluftrohre sind auf dem Boden gruppenweis vereinigt und über Dach geführt. Drosselklappen ermöglichen hier einen vom Keller aus regulirbaren Abschlufs, der nach Schlufs des Unterrichts hergestellt wird und verhindern soll, dafs die Wärme während der Nacht ganz aus dem Gebäude entweicht. Auch die Flurgänge und Treppen haben übrigens Heizung und Lüftung erhalten. Die drei Kessel, von denen der eine kleinere nachträglich bei dem Beschlufs der Erweiterung um drei Klassen als Reserve beschafft werden mufste, befinden sich im Keller an der Nordwestseite und sind mit dem Kohlenlager, das aus wirthschaftlichen Rücksichten an der Südostseite angeordnet wurde, durch ein Schienengleis verbunden, auf welchem die Kohlen und Aschenwagen leicht bewegt werden können.

Die sämtlichen Decken des Schulgebäudes sind massiv construirt, und zwar über dem Kellergeschofs und den Flurgängen gewölbt, über den übrigen Räumen als Kleinsche Decke zwischen eisernen Trägern. Eichenholzfufsböden in den Klassen, Fliesenfufsböden in den Flurgängen gewährleisten gröfste Reinlichkeit. Holzpaneele sind aus hygienischen Rücksichten mit Ausnahme in der Aula überall vermieden, und an deren Stelle ein Stuccolustro aus Cement und hydraulischem Kalk angewandt, dessen gefährdete Kanten durch eiserne Schienen überall sorgfältig gesichert sind. Aus Eisen bestehen auch die Thürbekleidungen der Klassenthüren, welche sich, um eine Verengung des Flurganges durch die offen stehende Thür zu vermeiden, sämtlich in Nischen bewegen (vgl. Text-Abb. 4).

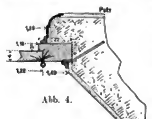


Abb. 4.

Die **Fenster** sind bis unter die Decke geführt und liegen mit ihrer Brüstung 1,25 m hoch über dem Fufsboden. Eine normale Klasse von $6{,}2 \cdot 9 = 55{,}8$ qm besitzt in ihren neun Fenstern eine Lichtquelle von 16,5 qm, also fast $^1/_3$ der Grundfläche. Gesteigert wird die Lichtwirkung noch dadurch, dafs die Loshölzer der Fenster tief liegen und den nutzbarsten Lichteinfall im oberen Theil des Fensters nicht behindern. Zugleich

sind mit dieser Fenstertheilung im unteren Theil kleine, während der Zwischenpausen von den Schülern selbst leicht zu bedienende Fensterflügel gewonnen, während die großen Oberflügel nur vom Schuldiener bei jeweiliger Reinigung geöffnet werden sollen. Die Möglichkeit dieser starken Durchbrechung der Klassenfrontwände wurde dadurch erzielt, dafs das mittlere Fenster jeder Klasse einen risalitartigen Vorsprung der Front bildet, sodafs die beiden Pfeiler, auf denen die eisernen Träger der Decke lagern, ohne verbreitert werden zu müssen, die erforderliche Standfestigkeit erhielten. Dafs hiermit zugleich ein wirksames Façadenmotiv gewonnen wurde, mag beiläufig erwähnt werden (vgl. die Grundrisse auf Bl. 37 und Abb. 4 Bl. 38).

An besonderen Einrichtungen ist noch zu erwähnen, dafs die Klassen mit einem Bankmodell ausgerüstet wurden, welches eine Benutzung der Banktische als Stehpult gestattet, sodafs gewisse Unterrichtsstunden, oder Theile derselben, stehend abgehalten werden können. Diese durch den Director Reinhardt gegebene Anregung bringt vielleicht ein neues, werthvolles Moment in die Bestrebungen nach gesundheitlich zweckmäfsiger

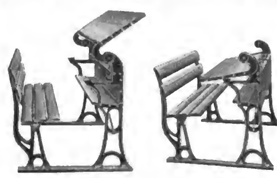


Abb. 5.

Construction der Schulbänke (vgl. Text-Abb. 5). Die Schultafeln sind sämtlich als Doppelschiebtafeln an der Mitte der Klassenwand angebracht. Kartenhaken ermöglichen das Aufhängen von Wandkarten vor der Tafel. Messingstangen mit verschiebbaren Haken an der den Fenstern gegenüberliegenden Klassenwand sowie neben der Tafel dienen zur Aufhängung von Bildern und ähnlichem Unterrichtsmaterial. Eine besondere Tafelconstruction wurde für die Physikklasse gewählt. Es kam hier eine von Binsky in Berlin construirte Rollwandtafel in Anwendung, deren Princip darauf beruht, dafs ein breites geschwärztes Linoleumband ohne Ende, welches übrigens eine vortreffliche, sehr haltbare Schreibfläche giebt, über zwei wagerechte Rollen gespannt ist, deren eine, durch eine Kurbel drehbar, beliebiges Auf- oder Abwärtsbewegen der Tafelfläche gestattet. Durch Schrauben an den Rollenlagern ist dafür gesorgt, dafs das Linoleumband dauernd straff gehalten werden kann. Um die Wandtafel den Blicken der Schüler freizugeben, sind die Kathedertische nahe zur Fensterwand aufgestellt. Um Raum zu sparen endlich sind die nothwendigen Klassenschränke in Wandnischen eingebaut.

Die Bücherei ist mit Büchergestellen nach dem Ebrard-Wolffschen System*) ausgestattet, vor denen sich in halber Höhe eine Laufbrücke befindet. Die Bücherei ist auf diese Weise ohne Verbauung des Raumes imstande etwa 8000 Bände aufzunehmen.

*) Vgl. Centralblatt der Bauverwaltung 1892, S. 553.

Die Turnhalle ist durch den Arcadengang, welcher sich an der Hauptfront vor dem Haus hinzieht, regenfrei zu erreichen; sie enthält aufser einem kleinen, als Windfang dienenden Vorraum eine Geräthekammer und ein Kleidergelafs, in welchem Schränke zur Aufnahme für Turnschuhe, klassenweise verschliefsbar, aufgestellt worden sind. Ueber beiden Räumen befindet sich eine geräumige Empore, von der aus man einen guten Ueberblick über die 11 m breite, 21,50 m lange Halle hat (Text-Abb. 6). Diese hat einen auf Lagerhölzern elastisch verlegten eichenen Stabboden erhalten. Die Decke ist mit einer Holztäfelung versehen. Die Heizung der Halle erfolgt durch Gasöfen, welche am meisten Gewähr dafür zu bieten schienen, dafs die Halle im Bedarfsfall rasch erwärmt werden kann.

Das Dienstwohngebäude enthält die Wohnung des Directors und des Pedells. Da für beide Wohnungen völlig getrennte Eingänge nothwendig waren, mufste jede der in mehreren Geschossen untergebrachten Wohnungen eine eigene Treppe erhalten; doch ist durch Noththüren Vorkehrung getroffen, dafs bei Feuersgefahr von jeder Wohnung aus auch die andere Treppe in jedem Geschofs erreicht werden kann.

In die Wohnung des Directors tritt man, von der Schulfront aus, in der Achse des Verbindungsganges. Durch eine Flurhalle gelangt man in das Treppenhaus, welches, möglichst wohnlich ausgestattet und geheizt, mit seinen beiden zu Vorräumen erweiterten Absätzen die Verbindung zwischen den im Erdgeschofs belegenen Zimmern und dem oberen eigentlichen Wohngeschofs bildet. Im Erdgeschofs befindet sich das mit einem zugleich als Bücherei dienenden kleinen Vorzimmer verbundene Arbeitszimmer des Directors und das mit einer Anrichte verbundene Speisezimmer. Die breite Schiebethür zwischen beiden ermöglicht gemeinsame gesellschaftliche Benutzung. Von dem Anrichteraum aus führen eine Verbindungstreppe und ein Aufzug zu den im Untergeschofs liegenden Wirthschaftsräumen: Küche, Plättstube und Waschküche nebst Vorrathsräumen und Kellereien. Auch hier ist, vor der Küche, ein Anrichteraum angeordnet, um das Eindringen von Speisegerüchen in die Wohnung zu verhüten. Von der Verbindungstreppe aus kann man zu wirthschaftlichen Verrichtungen unmittelbar ins Freie gelangen. Das Obergeschofs enthält 6 Wohn- und Schlafräume sowie eine Badestube. An einen für sich abgeschlossenen Vorraum stofsen die drei zu Schlafzimmern bestimmten Räume und die Badestube, während die Wohnzimmer unmittelbar an der Haupttreppe liegen. Eine Verbindungstreppe vermittelt den Verkehr zu dem ausgebauten Dachgeschofs, welches aufser einer geräumigen heizbaren Diele 3 heizbare und 3 nicht heizbare Kammern enthält. Eine kleine Treppe führt von hier zu dem oberen Dachraum, der als Trockenboden dient. In jedem der 4 Geschosse ist für Anordnung von Aborten und Ausgüssen gesorgt, um die Vertheilung der Wohnung auf mehrere Geschosse nicht als Uebelstand empfinden zu lassen. Zu behaglicher Wohnlichkeit aber wird besonders die im Kellergeschofs untergebrachte Sammelheizung (Niederdruckdampf wie im Schulhaus) beitragen, welche es ermöglicht, ohne zu grofse Opfer alle Nebenräume und Flure in gleicher Weise wie die Zimmer zu erwärmen.

Die Wohnung des Schuldieners ist zugänglich von der Hintertreppe, welche sich nach dem Hauptschulhof hin öffnet. Diese Treppe dient zwar zugleich für die Directorwohnung als Nothtreppe, steht für gewöhnlich aber dem Schuldiener allein zur Verfügung. Im Kellergeschofs sind untergebracht die Küche und

zwei Nebenräume, deren einer als Wohnraum benutzt werden kann, während der andere zur Unterbringung von Vorräthen dient. Im Keller befindet sich auch der Abort des Schuldieners. Im Erdgeschofs liegen an einem abgeschlossenen Flurgange 3 Wohnzimmer, von denen das eine seine Fenster dem Schulgebäude zukehrt, sodafs von hier aus der Eingang überwacht werden kann. Im Dachgeschofs sind dem Schuldiener eine heizbare und eine nichtheizbare Kammer zugewiesen. Die Heizung dieser Wohnung erfolgt durch Oefen.

Ein kleiner Garten liefs sich sowohl für den Director als den Schuldiener von dem Grundstück, ohne dafs der Schulhof dadurch beeinträchtigt wurde, abzweigen. Dem erstgenannten steht aufserdem der kleine Balcon des Hauses und die geräumige

zu lassen und überall den Zweck der Innenräume durch Fenstergruppirung und Frontentwicklung zum Ausdruck zu bringen. Auf einen einzigen bevorzugten Bautheil wurde der Schmuck, den die bewilligten Mittel gestatteten, concentrirt, das ist der Strafsengiebel, welcher die Aula in sich birgt. Von zwei Thürmen begleitet, erhebt sich der ganz in Sandstein verblendete stattliche Treppengiebel bis zu 29 m Höhe, in seiner Wirkung durch die beiden Thürme der Turnhalle und des Wohnhauses unterstützt. Ueber dem Eingange befindet sich der Sinnspruch der Schule:

Non scholae sed vitae discimus.

Auf zwei Wappenschildern an den Uebergängen der Thürme ins Achteck fanden die Worte „per aspera“, „ad astra“ Platz. Der Name, den die Schule in Erinnerung an Frankfurts grofsen



Abb. 6. Turnhalle.

Plattform des Verbindungsganges zur Verfügung, von denen namentlich der erstere einen herrlichen Blick auf das Panorama des Taunus bietet.

Sämtliche Gebäude sind an die städtischen Elektricitätswerke angeschlossen und mit elektrischer Beleuchtung versehen, wobei die Anordnung einiger Bogenlampen, welche in der Aula zur Unterstützung der Glühlichtbeleuchtung und im Zeichensaal zur Herstellung zerstreuten Lichtes mittels Elsterscher Reflectoren wünschenswerth schien, besondere Schwierigkeiten verursachte, da die Frankfurter Werke Wechselstrom liefern.

Die beabsichtigten Anlagen der Bahnstrafse werden die Schönheit des Platzes, auf dem der Bau errichtet ist, zum Abschlufs bringen. Die Bausumme gestattete freilich keinen Luxus der äufseren Erscheinung. Derselbe würde aber auch dem Charakter, der einem Schulhaus gegeben werden mufste, nicht entsprochen haben. Diesen zu erreichen war ich bestrebt und darum bemüht, unter Vermeidung unangemessenen Formenreichthums das Gebäude lediglich durch seine Verhältnisse wirken

Sohn tragen darf, schmückt die höchste Stelle der Giebelfläche. Darunter als Bekrönung der Fenstergruppe, welche die Aula zur äufseren Erscheinung bringt, thront die Eule der Wissenschaft, nach Modell des Bildhauers Franz Krüger von Gladenbeck in Bronce gegossen, über dem Wappen der Stadt Frankfurt, welches als bunte Glasur in Wappenfarben hergestellt wurde und im Verein mit den beiden ebenfalls nach Modellen von Franz Krüger durch March Söhne in Glasur hergestellten Brustbildern von Goethe und Commenius und mit einer zarten Vergoldung der ornamentirten Theile der grauen Sandsteinfaçade farbigen Reiz verleiht. Commenius wurde als Gegenstück für den selbstverständlichen Goethe gewählt, weil dessen pädagogische Absichten in den Frankfurter Lehrplänen gewissermafsen eine Verwirklichung gefunden haben. Einen bescheidenen bildnerischen Schmuck erhielten endlich noch die Giebelfelder des Wohnhauses und der Turnhalle, erstere durch Sinnbilder häuslichen Glückes und in der Zahl der Rosenknospen einen Hinweis auf den Familienreichthum des ersten Wohnungsinhabers, letztere durch turne-

rische Attribute und eine humoristische Andeutung des friedlichen Wettkampfs, dem dies Haus geweiht ist.

Während die sämtlichen Hoffronten Putzflächen zwischen schmucklosen Sandsteingliederungen zeigen, sind alle nach der Strafse zu gelegenen Gebäudeansichten mit hellgrauem Kottenbrunner Sandstein verblendet. Für ornamentirte Theile wurde der feinkörnigere dem Burgpreppacher nahestehende Ueschersdorfer Sandstein verwandt, für die vertieft liegenden Mafswerke, die Giebelaufsätze und Bekrönungen grünes Ochsenfarter Material. Im Innern kam aufser den genannten Sandsteinsorten für besonders stark beanspruchte Theile auch noch rother Miltenberger Stein zur Verwendung. Die Sockel sind in Basaltlava ausgeführt. Die gesamten Sandsteinarbeiten führten nach gelieferten Modellen Franz Arnold Söhne in Reistenhausen bei Miltenberg aus. — Möchte es mir gelungen sein, mit den Mitteln, welche zu Gebote standen, den Eindruck fröhlichen Ernstes zu erzielen, in dem ich das Wesen wahrer Erziehung zum Ausdruck zu bringen beabsichtigte. Frobenius.

Von der Tiberregulirung in Rom.

Originalaufsatz vom Prof. Enrico Parboni in Rom,

aus dem Italienischen übersetzt und ergänzt von Dr. Julius Groeschel.*)

(Mit Abbildungen auf Blatt 43 im Atlas.)

Vidimus flavum Tiberim retortis
Litore Etrusco violenter undis
Ire deiectum monumenta regis
Templaque Vestae.

(Horat., lib. I. Carm. II.)[1]

[Die Geschichte Roms beginnt, wie Brioschi[2]) sagt, mit jener seiner Ueberschwemmungen, denn sie wird mit der Sage eingeleitet, dafs das Geschwisterpaar Romulus und Remus bei einer Ueberschwemmung durch die Tiber unter einem Feigenbaum am Fufse des Palatin abgesetzt wurde. Die erste Tiberüberschwemmung als Ereignifs finden wir bei Livius (lib. IV. Cap. 49) aus dem Jahre 414 v. Chr. erwähnt. Seit jener Zeit wissen wir von mehr als 60 grofsen Ueberschwemmungen, welche den Bestand der ewigen Stadt ernstlich gefährdeten; die zeitgenössische Litteratur berichtet von ihnen theils beiläufig, theils, und zwar erst in neuerer Zeit, in besonderen Abhandlungen zugleich mit Vorschlägen über die Abwendung solcher Ereignisse.[3]) Aus mehreren Jahrhunderten der nachchristlichen Zeit fehlen sichere Nachrichten gänzlich.]

Zunächst müssen wir der Lage Roms einige Betrachtungen widmen. Die Stadt Rom liegt im Mittelpunkt einer weiten Hochebene. Diese wird von dem an manchen Stellen mehrere Kilometer breiten Tiberthal durchzogen, in welchem die Tiber tief in ihr eigenes Alluvium eingeschnitten dahinfliefst. [Der Tiberlauf hat eine Länge von 370 km, und zwar 340 km vom Ursprung bis Rom, 30 von da bis zum Meere. Seine gröfste Breite erreicht er unterhalb der Milvischen Brücke vor dem Eintritt in Rom mit 160 m. Die mittlere Tiefe des Bettes beträgt etwa 8 m von der Böschungskante gemessen.[4]) Seine Wassermenge berechnet sich bei einem Niederwasserstand von 5,40 m am Pegel der Ripetta[5]) auf 165,25 cbm in der Secunde.[6])]

Die Stadt breitet sich mit einer Fläche von ungefähr 2000 ha theils im Diluvialgebiet des Flusses, theils auf der Hochebene und den von dieser losgelösten Höhen, dem Capitolinus, dem Palatinus, dem Aventinus usw. aus. Die Höhe dieser hochgelegenen Theile der Stadt schwankt zwischen 50 und 63 m, bezogen auf den Nullpunkt des genannten Pegels. Der im Tiberthal gelegene tiefere Theil hat eine Pegelhöhe von durchschnittlich 13 bis 16 m. In diesem tieferen Theile der Stadt ist das allgemeine Gefälle in der Richtung des Flufslaufes nicht bedeutend; auf dem linken Ufer (vgl. Bl. 43 Abb. 1 u. 2) hat die Schwelle der Porta Flaminia (Porta del Popolo) die Höhenzahl 16,96, während diejenige der Porta di S. Paolo wenig über 13 m mifst; ebenso fällt auf dem rechten Ufer das Gelände von der Piazza Pia bei Castel S. Angelo mit der Höhe von 14,90 m bis zur Porta Portese auf 13,62 m. Besonders bemerkenswerthe Senkungen befinden sich auf dem **linken** Ufer am Ripettahafen (Höhenzahl 13,46) und an der Piazetta dell' Orso mit Höhe 12,88, dann zwischen Ponte Sisto und Ponte Quattro Capi in der Gegend des Ghetto (Höhe 12,92 m), sowie in der Via della Fiumara (Höhe 11,70 m). Weiter sinkt das Niveau beim Tempel der Vesta auf 10,98 und hält sich in der Gegend des Testaccio zwischen 11 und 12 m. Auf dem **rechten** Ufer begegnet man einer ausgedehnten Senkung mitten in der Via della Lungara bei der Kirche S. Giacomo, woselbst die Höhe 12,92 m beträgt, und bei der Einmündung des Ponte Sisto an der Via del Moro mit Höhenzahl 12,54. Diese Senkung hält sich dann auf eine lange Strecke bei der Ripa Grande zwischen 12 und 13 m. Aufser diesen Niederungen, welche längs des

*) Da unser Interesse sich mehr auf die Grundzüge des Unternehmens und technisch-archäologische Ergebnisse als auf Einzelheiten der Regulirungsarbeiten richtet, sah sich der Uebersetzer veranlafst, einen grofsen Theil der Arbeit des Verfassers, der sich in einer über den Raum dieser Zeitschrift hinausgehenden Weise mit Einzelfragen beschäftigte, nur auszüglich wiederzugeben, dafür aber wichtig erscheinende Ergänzungen einzufügen. Solche Zusätze des Uebersetzers sind in eckige Klammern eingeschlossen. Die Anmerkungen rühren sämtlich von dem Uebersetzer her. — Berichte über denselben Gegenstand sieh im Centralblatt der Bauverw. 1885. S. 97, 1886. S. 172, 1887. S. 32, 1890. S. 28. 58; Deutsche Bauzeitung 1893. S. 99.

1) Diese Zeilen beziehen sich auf eine um das Jahr 22 v. Chr. stattgehabte Tiberüberschwemmung.

2) Le inondazioni del Tevere in Roma. Memoria del socio Francesco Brioschi. Roma 1876. Estratto dal tomo 3°. Serie II* degli atti della Reale Accademia dei Lincei, S. 3. Brioschi, ein hervorragender Mathematiker, Präsident der Accademia dei Lincei, Director des Polytechnicums in Mailand usw. ist am 13. December 1897 gestorben.

3) Die Tiber-Litteratur ist durch Enrico Narducci in seinem Saggio di Bibliografia del Tevere gesammelt worden. Derselbe ist von der Reale Accademia dei Lincei im Anschlufs an die unter Anmerkung 2 genannte Brioschische Schrift zum Abdruck gebracht.

4) M. Carcani. Il Tevere e le sue inondazioni dalla origine di Roma fino ai giorni nostri. Roma 1875.

5) Rodolfo Lanciani, Bulletino della commissione archeologica communale di Roma 1893. S. 14.

6) Der 0-Punkt dieses Pegels steht 0,97 m über der mittleren Meereshöhe. Bonato P. vergl. Anm. 22.

Ufers oder in dessen nächster Nähe gelegen sind, dehnt sich eine weite centrale Mulde von der Piazza Navona bis zur Minerva und von da bis zum Pompejus-Theater aus und hat ihren tiefsten Punkt beim Pantheon mit 12,26 m; eine andere bemerkenswerthe Einsenkung findet sich bei S. Giorgio in Velabro und dem Janusbogen. Diese hauptsächlichsten Einsenkungen entsprechen annähernd den Orten, wo sich in alter Zeit Sümpfe befanden. Das Velabrum dehnte sich mit zwei Armen zwischen dem Palatin, dem Aventin und dem Capitolin aus; der Sumpf Caprea nahm einen Theil der Pigna-Gegend ein, welche durch das Pantheon gekennzeichnet wird, und der Teich Trento[7]) scheint sich auf dem Campus Martius befunden zu haben in der Nähe des Ripettahafens und der Piazza Nicosia.

Den Abflufs der Gewässer, welche im Velabrum zusammenströmten, ermöglichte die noch heute vorhandene Cloaca Maxima, die gewaltige Schöpfung der Tarquinier. [Sie wird von vielen, und vielleicht nicht mit Unrecht unter die Mafsnahmen gegen die Ueberschwemmungen gezählt.] Die Niederungen wurden später aufgefüllt, wenn auch die Zeit solcher Unternehmungen nicht festgestellt werden kann, da die Stadt sich anfänglich nur auf den Hügeln und in den zwischen diesen liegenden Thälern ausbreitete, während die Ufer lange unbewohnt blieben.

Die hauptsächlichsten Wassermengen werden der Tiber durch die Flüsse Paglia, Nera und Anio zugeführt. Aufser diesen Zuflüssen hat sie wie jeder andere Strom auch noch solche durch Grundwasserzuzug. Dafs gerade diese sehr bedeutend sind, beweist besonders der sich gleichbleibende Wasserstand zur Sommerzeit. Dem gleichmäfsigen Zuflusse steht zur Winterzeit der fluthartige gegenüber, welcher manchmal furchtbar zerstörend wirkt und die Wasseroberfläche 7 bis 8 m und mehr über den gewöhnlichen Wasserstand steigen macht.

[Die hierdurch hervorgerufenen Ueberschwemmungen des Stadtgebietes zeigen nach Brioschi[8]) drei verschiedene Erscheinungsarten, nämlich

a) Zurückstauung der künstlich nach Rom geführten Gewässer, da diese bei Hochwasser nicht in die Tiber abfliefsen können.

b) Austreten der Tiber aus ihren Ufern innerhalb der Stadt.

c) Bruch der Schutzbauten und Ueberschwemmung oberhalb der Stadt und Ergufs der Gewässer in die Stadt durch die Porta Flaminia. Die erst angeführte Erscheinung hat heute nicht mehr die Bedeutung wie in der Kaiserzeit; wie grofs aber damals die künstlich nach Rom geführten Wassermassen waren, davon geben die durch Belgrand auf Grund der Mittheilungen des Frontinus sehr gewissenhaft angestellten Untersuchungen einen Begriff. Er berechnet die täglich künstlich nach Rom geleitete Wassermenge zu 953000 cbm (= 11 cbm in der Secunde). Rondelet gab sie auf etwa das Doppelte an. Bei der letzten grofsen Ueberschwemmung am 28. December 1870 zeigten sich alle obengenannten Erscheinungen.]

Damals wurde die Tiberfluth durch die Monti Parioli seitwärts gedrängt. Der mächtige Strom, vergröfsert durch die vom Ponte Molle [Pons Milvius] verursachte Stauung, ergofs sich über die Via Flaminia und rifs die Mauern längs derselben nieder. Ein Theil des Wassers drang in Rom durch die Porta del Popolo ein, gelangte auf den Corso und durch die Via del Babuino bis auf den spanischen Platz. Auf der Piazza del Popolo ragte einsam der Obelisk von Heliopolis, während von den Löwensphinxen an seinem Unterbau nur die Köpfe über der dunklen Fluth sichtbar waren. Ein anderer mächtiger Strom, der auf dem kürzesten Weg die Spitzen der beiden grofsen Krümmungen am Monte Mario und der Mole Adriana verband, erreichte das städtische Tiberbett beim Hospital S. Spirito. Bis diese Ströme in die Stadt eindrangen, blieb die Ueberschwemmung innerhalb derselben auf bestimmte Becken von verschiedener Höhe beschränkt. Als jedoch die durch den Corso und die Via Ripetta geradenwegs laufenden Gewässer nach Ueberfluthung der hauptsächlichsten Bodenerhöhungen dazu kamen, entstand eine allgemeine Ueberschwemmung in gleicher Höhe mit der Wasserfluth oberhalb der Stadt; das ganze Marsfeld, die Lungara, die Ripetta und der Ghetto versanken in den Fluthen, deren Höhe 17,22 m erreichte. [Ihre Wassermenge wurde zu jener Zeit von Possenti am geringsten, zu 2800 cbm, von Baccarini am höchsten, und zwar zu 4576 cbm für die Secunde berechnet,[9]) während sie neuerdings von Rodolfo Lanciani zu 1894,49 cbm angegeben wird.[10]) Gehört diese Ueberschwemmung auch zu den gröfsten bekannten — und wir sind seit dem Jahre 1280 über die Höhe derselben unterrichtet —, so wird sie doch durch diejenige, welche die Stadt am 24. December 1598 heimsuchte, noch weit übertroffen. Diese erreichte eine Höhe von 19,56 m.]

Zweifellos haben die Tiberüberschwemmungen ihren hauptsächlichsten Grund in den Wassermassen, welche die obengenannten Nebenflüsse zuführen, doch tragen die vielfachen Verengungen, welche der Flufs gerade auf seinem Laufe durch die Stadt erfahren mufste, wesentlich dazu bei, das Uebel zu vergröfsern. Die normale Breite des Flusses oberhalb und unterhalb der Stadt beträgt bei wenig geneigten Ufern und bei Normal-Wasserstand 90 m. Sie verringerte sich allmählich zwischen fast senkrechten Wänden gegenüber dem staatlichen Kunstinstitut bis auf 55 m, mafs 64 m am Ripettahafen und nahm am Castel S. Angelo und dem Tordinona-Theater weiter zu. Auf der Strecke zwischen den Ueberresten des Ponte Trionfale und dem Garten der Farnesina betrug sie wieder 90 m, von hier ab nur 58 m zwischen den senkrechten Wänden des Palazzo Falconieri und dem obengenannten Garten. Nunmehr nahm sie zwischen Ponte Sisto und der Spitze der Isola S. Bartolomeo (vgl. Bl. 43 Abb. 2) bedeutend zu. Hier spaltete sich der Strom in zwei Arme, die jedoch durch Pfahlwerk und schwimmende Mühlen[11]) verengt und bald auf die Lichtöffnungen der Brückenbogen eingeschnürt wurden. Die Breite wuchs alsdann wieder auf 100 m, verringerte sich aber von neuem zwischen den Ausladeplätzen der Ripa grande auf 80 m.

Ganz besondere Einengungen erfuhr das Tiberbett durch die Brücken.

Ponte S. Angelo besafs drei halbkreisförmige Bogenöffnungen von 18 m Durchmesser mit Kämpfern auf Niederwasserstand, während drei[12]) kleinere Bögen an den Seiten theil-

7) Im Original heifst es „lo stagno di Trento“, vermuthlich Terentum. Die Vertretung dieser Annahme, wie die aller nicht in eckige Klammern gesetzten Ausführungen mufs dem Herrn Verfasser überlassen bleiben. Vergl. Formae urbis Romae antiquae von H. Kiepert und Ch. Huelsen. Berlin 1896, sowie Forma urbis Romae, Rudolphus Lanciani. Mediolani. 1894.

8) a. a. O. S. 9.

9) Brioschi, a. a. O. S. 31.

10) Vergl. oben Anm. 5.

11) Ihre Anlage stammt nach Procopius aus der Zeit Belisars.

12) Piranesi, Ant. IV. tab. 6 und Canina, L'Architettura Romana tab. 181, stellen die Brücke mit je zwei, also zusammen vier seit-

weise versandet waren (vgl. Text-Abb. 1). Die Brücke bot daher über Niederwasser nicht mehr als 400 qm Lichtraum, der noch sehr beträchtlich durch die Contraction des Stromes beim Durchgang durch die Lichtöffnungen verringert wurde. Bei der letzten Tiberüberschwemmung füllte das Wasser nicht allein alle Bögen aus, sondern es reichte noch 1,80 m über die Schlufssteine.

Ponte Sisto zeigt vier ungleiche Bögen, deren gröfster 20 m, der kleinste 17 m Durchmesser hat, Kämpfer auf Niederwasser. Der Pfeiler in der Mitte des Flufsbettes besitzt eine Rundöffnung. Diese Brücke bietet eine Lichtöffnungsfläche von 550 qm über Niederwasser, die sich gleichfalls durch die Contraction beträchtlich verringert. Die letzte Ueberschwemmung füllte die kleineren Bögen vollständig und stieg bis fast an die Schlufssteine der Hauptbögen.

Von den zwei Theilen der Brücke, welche die Isola Tiberina mit den Ufern verbindet, hatte der rechte Theil, Pons Cestius, einen 23,97 m weiten Bogen mit Kämpfern auf Normalwasserstand nebst zwei seitlichen Oeffnungen — Text-Abb. 2 zeigt ihn in der alten Gestalt —, der andere, linke Theil, Pons Fabricius, besitzt zwei Halbkreisbögen von 25 m Durchmesser mit Kämpfern auf Niederwasserstand und eine Oeffnung im mittleren Pfeiler. Sonach lassen diese beiden Brücken zusammen einen freien Durchgang über Niederwasserstand von ungefähr 700 qm. Bei der letzten Ueberschwemmung stand das Wasser etwa 1,60 m unter dem Schlufsstein. Das Mifsverhältnifs zwischen der Weite dieser Brückenöffnungen und der Wassermenge, selbst nach der niedrigsten Berechnung, ist sonach sehr bedeutend.

[Ehe wir auf die Regulirungsarbeiten eingehen, mag ein kurzer Rückblick auf ihre Geschichte am Platze sein. Es ist eine merkwürdige Thatsache, dafs die Stadt Rom durch den Flufs, der ihr das Leben gegeben hat, seit ihrem Bestehen stets wiederholten Beschädigungen und Verwüstungen ausgesetzt war, und dafs sie, die Hauptstadt der Welt, weder unter den römischen Kaisern, noch unter den weltgebietenden Päpsten ihn zu zähmen vermocht hat. Seine Verwüstungen waren um so gefährlicher, als die in den Niederungen stehen gebliebenen Wasser meist pestartige Fieberkrankheiten zur Folge hatten. Die Geschichte des Tiber-Problems beginnt mangels Nachrichten aus der früheren republikanischen Zeit erst mit Cäsar. Er plante, die Tiber von Rom abzuleiten, sodafs sie um den Janiculus biegend, statt nach Ostia, ihren Lauf durch die pontinischen Sümpfe nach dem Cap der Circe nehmen sollte. Diesen Plan beseitigte Cäsars Tod. Sein Nachfolger Augustus beschränkte sich auf die Einsetzung von curatores alvei et riparum Tiberis[13]) und eine Reinigung des Flufsbettes. Kaiser Tiberius liefs, veranlafst durch eine Ueberschwemmung im Jahre 14 n. Chr., die Frage neuerdings untersuchen. Man schlug damals vor, die Chiana, die aus dem See von Chiusi entspringt und in alter Zeit durch die Paglia in die Tiber flofs, in den Arno abzuleiten. Der Plan scheiterte damals an dem Widerspruch der Florentiner, wurde aber im 16. Jahrhundert von den Medici in Florenz wieder aufgenommen und ausgeführt. Claudius liefs Canäle aus dem Flufs nach dem Tiberhafen ziehen und soll dadurch die Stadt von der Ueberschwemmungsgefahr befreit haben. Nero fafste in seinem Wahnsinn den Plan, die Tiber von Rom weg in den Golf von Neapel zu leiten.

Trajan nahm die Arbeiten des Claudius wieder auf und stellte behufs rascher Ableitung der Gewässer ins Meer den heute noch schiffbaren Canal Fiumicino (Fossa Trajana) her; der linke natürliche Tiberarm bei Ostia versandete. Aurelian war der letzte römische Kaiser, von dem bekannt ist, dafs er für die Reinigung des Flufsbettes und die Eindämmung der Tiberufer Sorge trug. Auf diese Mafsregeln beschränkten sich seit Claudius die Arbeiten der erwähnten curatores. Dafs sie praktischen Erfolg hatten, mufs aus Plinius (Hist. Natur. III. 5) entnommen werden, der berichtet, dafs es dem Flusse durch die Eindämmung schwer werde, seine Ufer zu überschreiten. Von dort ab scheint nichts mehr für die Reinigung des Flufsbettes geschehen zu sein. Die Dämme sanken ein, das Tiberbett erhöhte sich. Bramante[14]) soll die Tiberfrage wieder berührt haben, doch ohne Papst Leo für seine Vorschläge gewinnen zu können. Michel-



Abb. 1. Engelsbrücke vor der Regulirung.

lichen Bogenöffnungen dar. Wir finden dort auch Abbildungen der übrigen antiken Brücken. Taf. 179, 180. — Ueber den Befund gelegentlich der Regulirungsarbeiten vgl. S. 373 und Abb. 10.

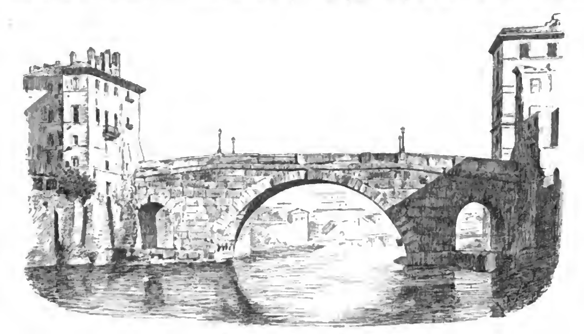
13) Ueber diese vergl. die neuesten Forschungen von Luigi Cantarelli usw. im Bull. Serie 3ª 1889, S. 185, 205. Serie 4ª 1894, S. 39, 254, 354.

14) Brioschi, a. a. O. S. 20.

angelo scheint sich mit der Frage nicht befafst zu haben. Den grofsartigen Plänen des Alterthums steht im 16. Jahrhundert die Thatsache gegenüber, dafs Papst Pius V. zur Besänftigung der Tiberfluthen ein Agnus Dei in den Flufs warf. Im 18. Jahrhundert begann man die wissenschaftliche Seite der Aufgabe ernstlich aufzugreifen, doch wurde auch damals (1744) aufser einem Nivellement von der Einmündung der Nera bis zum Meer nichts Positives erzielt. Die Vorschläge der Sachverständigen, aus dem Flufsbette alle Hindernisse hinwegzuräumen und den Brücken gröfsere Lichtöffnungen zu geben, blieben erfolglos, und die Tiber war nach wie vor die Cloake der Stadt.

Auf die Fluth des 28. December 1870 blickte Pius IX. von seiner freiwilligen Gefangenschaft im Vatican als entthronter Fürst, aber infallibler Papst; Victor Emanuel stattete dagegen der vom Tiberschlamm starrenden Stadt am Morgen des 31. December seinen ersten Besuch ab, und wurde von ihr trotz ihres Unglücks mit Jubel empfangen. Die neue Regierung griff das Regulirungsproblem sofort auf und betraute eine Commission von Sachverständigen mit dem Studium desselben.]

Eine Hauptschwierigkeit lag in der Aufgabe, die höchste Rücksichtnahme auf die zahlreichen, längs der Ufer des Stromes aneinander gereihten Wahrzeichen aus classischer Zeit mit der Wahrnehmung der wasserbautechnischen Anforderungen zu verbinden. Und diese Rücksichtnahme war so zwingend, dafs auf manche Arbeiten ganz verzichtet werden mufste, die vom technischen Standpunkte angezeigt erschienen. Zunächst kamen zwei Hauptentwürfe in Frage, welche die Ueberschwemmungshöhe nur so weit herunterzudrücken beabsichtigten, dafs sie der Stadt keinen Schaden bringen konnte. Der erste derselben plante die Geradelegung des Flusses durch Abschneiden der bedeutendsten Krümmungen auf der Thalseite der Stadt, während der andere die Verbreiterung des städtischen Flufsbettes zwischen gemauerten Ufern von entsprechender Höhe beantragte sowie die nöthigen Vorkehrungen für den Abflufs der städtischen Abwässer, die auf der Thalseite der Stadt so in die Tiber zu münden hätten, dafs jede Gefahr des Zurückstauens bei Ueberschwemmungen ausgeschlossen wäre. Die Commission gab dem letzteren Vorschlage den Vorzug und einigte sich zunächst über jene Punkte, welche dem endgültigen Entwurfe zu Grunde gelegt werden sollten. Die Zeit von 1872 bis zum Anfang des Jahres 1875 wurde mit Unterhandlungen zwischen der Regierung und der Stadtgemeinde Rom vertragen; letztere sollte, als unmittelbar interessirt, von der Regierung mit Ausführung der Arbeiten betraut werden, wobei die erwachsenden Unkosten sich gleichmäfsig auf den Staat, die Provinz und die Gemeinde Rom vertheilen sollten. Diese Unterhandlungen würden vielleicht zu keinem guten Ende geführt haben, hätte nicht die gewichtige Stimme Garibaldis das Gesetz vom 6. Juli 1875 veranlafst, welches alle Arbeiten, die zur Befreiung Roms von der Ueberschwemmungsgefahr erforderlich wären, als „di pubblica utilità" erklärte und dafür die Summe von sechzig Millionen anwies; die Hälfte derselben sollte der Staat, drei Achtel die Provinz und ein Achtel die Stadtgemeinde Rom beschaffen.


Abb. 2. Cestiusbrücke vor der Regulirung.

In der Zwischenzeit war eine grofse Zahl von Entwürfen verschiedenen Werthes von mehr oder minder berufener Seite zur Sprache gebracht worden. [Aus diesen Plänen wollen wir nur desjenigen Erwähnung thun, mit welchem Garibaldi selbst hervortrat, da er an Kühnheit in Bezug auf Kostspieligkeit und Gröfse der Unternehmung alle anderen in Schatten stellte. Der General ergriff die Aufgabe im Sinne Cäsars und wollte Rom nicht nur von der Ueberschwemmungsgefahr durch Ableitung der Tiber aus dem alten Flufsbett in ein neues befreien und den Anio in dieses ablenken, sondern auch im Flusse bei Rom eine Hafenstation anlegen; über dem alten Flufsbett sollte eine Strafse mit Häuserreihen zu beiden Seiten angelegt werden. — Die Welt wufste von Cäsars Plane nichts mehr und staunte ob der Kühnheit des Gedankens. Dabei schmeichelte man sich

besonders mit der Vorstellung, dafs die Trockenlegung des alten Flufsbettes zahllose dort versenkte Schätze an den Tag bringen werde, zumal 10 Jahre früher Visconti durch die Ausgrabung des alten Marmorlagers am Flufsufer unter dem Aventin die ganze Welt in Staunen gesetzt hatte. Wenn sonach dieser Gedanke viel Verführerisches hatte, so fehlte es doch schon in jener Zeit nicht an ernsten Stimmen, die sich bewufst blieben, dafs man mit der Tiber, in deren Wogen sich tausend Ereignisse der alten und mittelalterlichen Zeit abspiegelten, Rom seines gröfsten Schatzes beraubte.]

Die Regierung übertrug die Prüfung sämtlicher Entwürfe einer Commission von fünf Fachmännern, welche sie nach den Grundzügen in folgende vier Gruppen zusammenstellte:

1. Regulirung des städtischen Tiberlaufes und Erbauung von Schleusen oder Sperren in den hauptsächlichsten Zuflüssen;

2. Ablenkung der Tiber von Rom durch Ausgrabung eines neuen Bettes oberhalb der Stadt, sodafs nur ein bestimmter Theil der Gewässer einem inneren Canal zufliefsen sollte;

3. Regulirung des städtischen Tiberlaufes und Eröffnung eines äufseren Entlastungs-Canals, um vermittelst Abzugsschleusen eine gewisse Menge des Ueberschwemmungswassers abfliefsen zu lassen;

4. Regulirung des städtischen Tiberbettes und Erbauung von (an der Ripetta 17 m über Null hohen) Ufermauern und Lungotevere-Strafsen, Schutz des Stadtgebietes auf der Bergseite durch Dammaufwerfungen, auf dem rechten Ufer von S. Angelo bis zum Valle d' Inferno, auf dem linken vom alten Mattatoio, der Zollgrenze, bis zu den Sassi di Giuliano, und Erbauung von Canälen für die städtischen Abwässer.

Nachdem letzterer Plan, obwohl er die Sicherung Roms ausschliefslich Ufermauern anvertraut, ohne weitergehende Mafsregeln zur Erniedrigung der Ueberschwemmungshöhe zu ergreifen, am 23. November 1875 von der Commission ausgewählt worden war, wurde mit Gesetz vom 30. Juni 1876 die erste Rate für die Ausführung der zunächst vordringlichen Arbeiten mit zehn Millionen bewilligt. Diese Arbeiten umfafsten (vergl. Bl. 43 Abb. 1 u. 2):

a) Die Verbreiterung des Flufsbettes vor der Farnesina und bei Ponte Sisto mit Regulirungslinie auf dem rechten Ufer, Abschnitt des linken Ufers an der Regola auf mehr als 400 m Länge, Correction des Ufers durch Mauern in der Höhe der Gärten und Strafsen;

b) Verbreiterung des rechten Flufsarmes an der Isola Tiberina, Erbauung der entsprechenden Schutzmauer und Erbauung einer provisorischen Brücke in Eisenconstruction, um die Verbindung mit dem Pons Fabricius aufrecht zu erhalten, da diese durch die ebenerwähnte Abgrabung bei Pons Cestius unterbrochen werden mufste;

c) Abschneiden des rechten Ufers aufwärts von Pons Aelius und Castel S. Angelo, um den Brückenkopf der Engelsbrücke freizulegen und die zwei kleinen äufseren Bogenöffnungen in Ueberschwemmungszeiten wirksam zu machen;

d) Abgraben des rechten Ufers gegenüber der Ripetta, um dort das Flufsbett von Ufer zu Ufer auf 100 m zu erweitern;

e) Zerstörung der Fundamente der zur Zeit noch vorhandenen Mauertheile des Ponte Rotto und Ersatz dieser mit Eisenconstruction ergänzten Brücke durch eine neue;

f) Zerstörung der Reste des Pons Sublicius und Beseitigung aller Trümmer, Pfähle usw. aus dem städtischen Flufsbett von Porta Portese bis Ponte Sisto; besonders auch

g) Entfernung der Trümmer unter den Bögen des Ponte Sisto und Vernichtung der Pfeilerüberreste des Ponte Trionfale [pons Neronianus, Vaticanus, Triumphalis].

Die Arbeiten wurden alsbald in Angriff genommen. Die Gründung der Ufermauern stellte man anfänglich in gewöhnlicher Weise zwischen Spundwänden her, die durch Auspumpen trocken gelegt wurden. Die Sohle der Mauer sollte eine Tiefe von 5 bis 6 m und nur in einigen Fällen 7 m unter Niederwasser erreichen. Ihre Höhe war zuerst gleichlaufend mit dem Hochwasserstand unter Anlage geeigneter Aufsteigrampen zu den vorhandenen Brücken geplant, wurde aber schliefslich mit Rücksicht auf die Zahl der Brücken, die durch sechs neue vermehrt werden sollte, auf gleicher Höhe mit diesen zur Ausführung gebracht.

Die äufsere Verkleidung der aus Bruchsteinen hergestellten Ufermauern war anfänglich mit Backsteinen in Aussicht genommen. Aesthetische Gründe und der Umstand, dafs sich der Erlangung tadelloser Backsteine grofse praktische Schwierigkeiten entgegenstellten, führten zu dem endgültigen Entschlufs, diese Verkleidung in Travertin auszuführen. Aus gleichen Erwägungen wurde bestimmt, dafs auch die Brüstungen aus Travertin mit Granitsockel und Decksteinen herzustellen seien.

Das gewöhnliche Gründungsverfahren lieferte bald schlechte Ergebnisse, da die eigenthümliche Beschaffenheit der Tiberufer, nämlich grofse unterirdische Wassermengen, dann geringe Fundirungstiefe und wenig gediegene Bauart der umliegenden Gebäude, die Erdarbeiten mühselig, gefährlich und ungemein kostspielig gestaltete und es zur Unmöglichkeit machte, gröfsere Tiefen zu erreichen. Deshalb mufste man sich schon an der Regola zur Gründung mit Druckluft entschliefsen.

Schwierige Arbeiten brachte das Abschneiden des 554 m langen Vorsprungs auf dem rechten Ufer bei der Farnesina und besonders die Erbauung der dortigen Ufermauer. Diese Schwierigkeiten wurden einerseits durch die zahlreichen den Boden durchziehenden alten Mauerreste, dann aber durch Wasseradern geboten, die gerade hier in besonderer Stärke und Zahl sich vorfanden. Dazu kam, dafs an dieser Stelle ganz besondere Vorsicht nothwendig war, da der Besitzer der Farnesina mit Recht auf den unschätzbaren Werth hinwies, den der Palast durch die Fresken Raffaels und seiner bedeutendsten Schüler besitze, und sich diesen Vorstellungen die Commissione conservatrice dei monumenti sowohl, als die Accademia Romana di Belle Arti di San Luca anschlofs. Als daher infolge der auf trockenem Wege versuchten Gründungsarbeiten, veranlafst durch das Ausschöpfen der mit Spundwänden abgeschlossenen Baugruben, eine sehr bemerkenswerthe Senkung des Grundwasserspiegels unter dem Palaste festgestellt wurde, sah man sich gezwungen, diese Art der Gründung aufzugeben und zu der einzigen Gründungsart, welche das kostbare Gebäude vor jeder Gefahr sicherte, Zuflucht zu nehmen, nämlich zu derjenigen mit Druckluft. Diese wurde dann von Ponte Sisto bis zur Farnesina, auf einer Strecke von 205 m, zur Anwendung gebracht.

Ernste Schwierigkeiten boten weiter die zur Sicherung des Ponte Sisto[15]) nöthigen Arbeiten. Nach Freilegung des linken

15) von Sixtus IV. im Jahre 1474 erbaut. Hier stand der Pons Aurelius des Caracalla, wiedererbaut 370 n. Chr., Pons Valentinianus, und 792 durch eine Ueberschwemmung gänzlich zerstört. Die Trümmer dieser Brücke wurden bei der Reinigung des Flufsbettes zu Tage gefördert. An dem Travertinblocke eines Sporen ist ein Theil einer Scala ersichtlich, die nach Marchetti als Pegel gedient hatte.

Bogens, den die Trümmer der alten Brücke bis wenig unter Niederwasser angefüllt hatten, erkannte man, dafs der linke Landpfeiler nur ungenügend gegründet war. Gleichzeitig ergab sich bei der Gründung der Ufermauern zu beiden Seiten des rechten Landpfeilers, dafs auch dieser, der mehr als 1 m hoch über Niederwasser angelegt war, nur auf lockeren Trümmern stand. Dies war um so bedenklicher, als die bis zu 9 m unter Niederwasser getriebenen Probepfähle das Vorhandensein unterliegender, lockerer und flüssiger Schichten offenbarten und sich in kurzer Entfernung von dem Bogen flufsabwärts Wirbel zeigten, deren Tiefe gut 11 m unter seichtem Wasserstand betrug. So mufsten also auch beide Landpfeiler unter äufserst schwierigen Verhältnissen unterfangen und gesichert werden.

[Bei der Räumung des Flufsbettes wurden 160 m oberhalb Ponte Sisto die Fundamente von vier Pfeilern einer Brücke, nach Borsari des Pons Agrippae, gefunden,[16]) von welcher ein im Sommer 1887 an seinem ursprünglichen Aufstellungsplatze 660 m nördlich vom Ponte Sisto ausgegrabener Terminalcippus die erste Nachricht gegeben hatte[17])].

Die Reinigung des Flufsbettes auf der angegebenen Strecke hatte mit Einschlufs der Trümmer der alten Brücken 60000 cbm Trümmermaterial zu Tage gefördert.

Eine zweite Gruppe von Regulirungsarbeiten, in welche die in der ersten Gruppe wegen Erschöpfung der Mittel zurückgestellten Arbeiten aufgenommen waren, umfafste die vollständige Reinigung und Verbreiterung des Flufsbettes im Stadtbezirke, sowie die Regulirung des Pons Cestius und Pons Aemilius.[25]) Die Veränderungen an diesen alten Brücken sind für uns von besonderem Interesse.

Die zwecks Erhaltung der licaonischen Insel (San Bartolomeo) und ihrer antiken Brücken zu lösenden Aufgaben waren sehr schwierig. Die Rücksichtnahme auf diese Brücken zwang, von der mehrfach vorgeschlagenen Regulirung des Flusses zwischen Ponte Sisto und der Ripa grande gänzlich abzustehen, da sie die Unterdrückung des linken Tiberarmes mit Pons Fabricius zur Folge gehabt hätte. Man beschlofs deshalb, unter Belassung des Pons Fabricius[18]) in seiner alten Gestalt sich auf die Correction des rechten Armes und die Vergröfserung der Lichtöffnung des Pons Cestius[19]) zu beschränken. Man beabsichtigte, zwischen den kleinen rechten Seitenbögen und dem alten Hauptbogen einen diesem gleichen einzufügen, stiefs aber auf lebhaften Widerspruch von archäologischer Seite; endlich einigte man sich aber dahin, die kleinen Oeffnungen zu beiden Seiten des grofsen Bogens durch je einen grofsen Bogen zu ersetzen. Im Laufe der Arbeit zeigte sich das antike Bauwerk so schadhaft und die Gründung der Pfeiler so ungenügend[20]), dafs man nach langen Verhandlungen des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten mit den archäologischen Autoritäten endlich zu dem Ergebnifs gelangte, die alte Brücke gänzlich abzutragen, und den mittleren Bogen auf einem neuen tiefen Fundamente in derselben Form, derselben Stellung und auf dem gleichen Platze, mit dem alten, nur soweit als unbrauchbar erneuertem Material wieder herzustellen und dann die zwei neuen seitlichen Bogen hinzuzufügen. Bei der Wiederherstellung wurde der abgebrochene Bogen genau in der früheren Richtung wieder aufgebaut, obwohl diese schräg zur Strömung ist und mit den Achsen der zuführenden Strafsen nicht zusammenfällt. Dies führte zu einer trapezförmigen Grundform des neuen linken Bogens, um diesen wenigstens in die Strafsenachse zu stellen, und zu trapezförmigen Strompfeilern (vergl. Abb. 4 Bl. 43).[21])

Es möchte angezeigt sein, hier auf die Construction der Brücke, wie sie bei dem im Frühjahr 1888 begonnenen Abbruch zu Tage trat, etwas näher einzugehen.[22]) Diese war in Bezug auf Steinschnitt die von den Alten „quadrata pseudisodoma" genannte, d. h. die Brücke bestand aus regelmäfsigen parallelepipedischen Blöcken von ungleichen Schichtenhöhen. Sie ergab sich aus dem Umstande, dafs ein grofser Theil der Steine von anderen zerstörten Baudenkmälern gewonnen wurde. Der grofse Brückenbogen hatte eine Sehne von 23,97 m, eine Pfeilhöhe von 9,60 m, und sein Kämpfer stand 1,50 m über dem heutigen Niederwasser. Der rechte Bogen war 5,50 m breit mit einer kreisförmigen Wölbung auf 2,96 m hohen Pfeilern, und seine Schwelle lag 2,47 m über Niederwasser; der linke hatte 5,80 m Weite mit 3,42 m hohen Stützen und Schwelle 1,78 m über Niederwasser. Die beiden Seiten der Brücke waren aus Travertin hergestellt, ebenso auch die Archivolten der Bögen. Die Leibung bestand aus Peperin mit Ausnahme von fünf Keilstücken auf den Kämpfern und von drei Schlufssteinen des grofsen Bogens, welche aus Travertin gefertigt waren. Das Gewölbe in der Dicke von 1,40 m war verstärkt durch Läufer aus Travertin und mit „opus incertum" aus Kleingeschlägen von Kieseln, Travertin und Marmor. Der gröfste Theil des verwandten Travertins stammt aus dem heute cava del Barco benannten Bruche bei Tivoli, dessen Gestein durch den ausgezeichneten Zustand einer grofsen Anzahl jener Werkstücke, welche so vielen Jahrhunderten trotzen konnten, ein glänzendes Zeugnifs erhält. 1,52 m unter Niederwasser, d. h. auf 3,48 über Null der Ripetta, fand man die Kopfstücke der Spundwände, in denen die Alten bei den Gründungsarbeiten unter dem gewöhnlichen Wasserspiegel arbeiteten. Aus dieser Thatsache könnte man schliefsen, dafs der Niederwasserstand des Flusses oder mit anderen Worten sein Bett sich seit der altrömischen Zeit erhöht habe, und diese Annahme scheint auch durch die zweite Thatsache bestätigt zu werden, dafs Einschnitte in den Pfeilern, welche vielleicht zur Stütze der Lehrbögen gedient hatten, 0,70 m unter der jetzigen Niederwasserhöhe lagen. Aus dem Vergleiche mit anderen Bauwerken, wie z. B. dem Pons Senn-

---

Auf einem pilasterartigen Streifen finden sich die Zahlen VI und VII, wobei das angegebene Mafs offenbar den römischen Fufs (0,2963 m) und dessen Viertel-Theilung darstellt. Bull. 20. Band 1892, S. 139. Mittheilungen des kaiserl. deutsch. archäolog. Instituts, röm. Abth. 1893, S. 320. Vergl. die der erstgenannten Veröffentlichung entnommene Abb. 3 auf Bl. 43.

16) Mitth. 1889, S. 285, dann 1891, S. 135.

17) Mitth. 1887, S. 268. Ueber die Termination des linken Tiberufers vergl. Mitth. 1891, S. 131; 1893, S. 319.

18) erbaut 62 v. Chr., jetzt quattro capi, von den Janushermen an den Zugängen.

19) jetzt S. Bartolomeo, erbaut zwischen 62 u. 27 v. Chr., aber mehrfach stark restaurirt.

20) Die gewaltigen Gründungen, die Giambattista Piranesi in seinem Werke „Le Antichità Romane" Tom. IV Bl. 190 darstellt, sind demnach Phantasiegebilde des Künstlers. Ebenso dürfte es sich dann wohl mit den ebendort auf Blatt 188 gezeichneten Unterbauten des Pons Fabricius sowie mit den Pfeilern des pons Aelius auf Blatt 180 verhalten.

21) Erwähnt sei, dafs der Name, den die Brücke in den letzten Jahrhunderten führte, Ponte Ferrato, von den Ketten abgeleitet wird, die zum Befestigen der vielen schwimmenden Mühlen dort angebracht waren.

22) Vergl. Bonato P. La demolizione del ponte Cestio a Roma in den Annali della società degli ingegneri. tom. IV fasc. 2, Rom 1889, welchem Aufsatze auch die Abb. 4 bis 9 entnommen sind.

torum, ergiebt sich jedoch, dafs, wenn eine Erhöhung des Niederwassers stattgefunden hat, diese nur gering sein kann, und dies führt weiter zu dem Schlusse, dafs die Grundlegung der Landpfeiler der Cestiusbrücke unter theilweisen Flufsableitungen erfolgt ist oder mittels äufserer Spundwände, welche nach Vollendung des Baues herausgenommen wurden. Die Spundwände der aufgedeckten Fundamente waren 1,10 m breit und aus zwei Eichenholzpfahlreiben gebildet; diese waren ohne Verzargung auf Schwalbenschwanz, welche die Römer oft für derartige Arbeiten anwandten, Fläche auf Fläche gerammt. Zwischen den Pfahlreihen fand sich mit Tuffstücken gemischter Beton.

Der Abbruch des Brückenbogens wurde mit grofsem Interesse verfolgt, da bekanntlich weder Vitruv, der doch wenige Jahre vor der Entstehung der Kuppel des Agrippa schrieb, noch Plinius und Frontinus als Zeitgenossen der bedeutendsten römischen Baudenkmäler über das Verfahren der Römer bei solchen Arbeiten berichten.[23]) Der Hauptbogen des Pons Cestius im leicht gedrückten Kreise — 0,81 m Unterschied zwischen dem Pfeil und dem Halbmesser — hatte im Schlufsstein die Dicke von ungefähr 1,40 m. Der gröfste Travertinblock mafs 3,24 cbm, aber im Durchschnitt schwankten die Abmessungen zwischen 0,80 und 1,50 cbm. In den Fugen zwischen den verschiedenen Steinblöcken fand sich keine Spur von Mörtel, weder bei den Gewölbsteinen noch bei den Tuffblöcken der Pfeiler und Grundmauern. Sie wurden einfach aufeinander gesetzt und lagen, obgleich alle von parallelepipedischer oder von Würfelform mit 0,60 m Seite waren, doch nicht immer in genauer Berührung unter einander. Dieser Verzicht auf Mörtel beim Zusammensetzen der Bausteine ist sicher bezeichnend, besonders bei Bauten wie Brücken, wo es nicht nöthig war, Fugen von unansehnlicher Dicke zu erreichen, und man kann daraus ersehen, dafs die Alten den Mörtel nicht als Constructionsmoment ansahen.

Die Gewölbesteine des Pons Cestius waren sämtlich in jedem Sinne durch eiserne, eingebleite Klammern unter einander verbunden, und nicht allein diese, sondern auch die anderen Blöcke, welche die Aufsenseiten der Bogenzwickel bildeten, selbst die Verstärkungsgurte und die Blöcke der Grundmauern. Diese Bauweise, die der Mechanik des Gewölbes widerspricht, wurde vielleicht in der Absicht angewandt, die Stützen und Rüstbögen, welche zum Aufbau benöthigt waren, möglichst wenig zu belasten. Immerhin steht auch diese Annahme in einigem Widerspruch mit der hohen Meinung, die wir von der Technik der Römer hegen. Thatsächlich kennen wir keinen Brückenbogen, der nicht eine bedeutende Veränderung der Bogenlinien zeigt, Formveränderungen, die nothwendigerweise während der Ausführung selbst durch Nachgeben der Lehrbögen entstanden sein müssen, da die Keilsteine des Gewölbes fast immer vollkommen an die unförmliche Curve angepafst und auch keine Spuren von Verschiebungen oder Senkungen zu erkennen sind. Auch am Pons Cestius ist diese Mifsbildung, wenn auch weniger auffällig als an den anderen römischen Brücken, bemerkbar, da auf der Thalseite des Bogens eine Senkung gegenüber der geometrischen Linie des Bogengewölbes von gut 20 cm besteht. 2 m oberhalb der Kämpfer sind besondere Kragsteine ersichtlich, die wahrscheinlich zur Stütze der Lehrbögen gedient hatten.[24]) Jeder Block des Gewölbes war in den Fugen mit den angrenzenden durch bis zu 23 Schlandern verbunden, deren Verbleiung eine wahrhaft erstaunliche Materialverschwendung zeigte. (Vgl. Abb. 5 Bl. 43.) Hierbei liefsen sich drei Arten der Verklammerung unterscheiden, und zwar:

1. zur Verbindung zweier neben einander liegender Flächen;
2. zur Verbindung zweier zu einander senkrecht gerichteter Flächen, und endlich
3. zur Verbindung zweier auf einander liegender Flächen.

Die Klammern der ersten Art haben die gewöhnliche Form, welche die Römer schon von den Griechen entlehnt hatten (Abb. 6 Bl. 43). Sie fanden sich in vier Abmessungen vor, nämlich mit 585, 432, 325, 220 mm Gesamtlänge und bezw. 50, 45, 45, 35 mm Zahnlänge. In gröfster Anzahl war die zweite Sorte vorhanden, während die längsten und kürzesten am seltensten vorkamen; letztere wurden nur zur Verbindung der Blöcke der Grundmauern verwandt. Die Klammern der zweiten Art (Abb. 7 Bl. 43) waren durchschnittlich 340 mm lang, und ihr Zahn mafs 4 mm. Bei der dritten Art endlich wurden Dübel in Form abgestumpfter Pyramiden mit einer grofsen Fläche von etwa 45 mm, der kleineren von 30 mm Seite und einer Länge von 150 mm verwandt (Abb. 8 Bl. 43). Die Klammern der beiden ersten Arten wurden bei versetzten Werkstücken angewandt, die besprochenen Dübel dagegen mufsten schon vor dem Versetzen am oberen Stein angebracht sein, und in eine entsprechende Oeffnung im unteren Werkstück passen (Abb. 9 Bl. 43).

Noch ist bemerkenswerth, dafs sich bei der Cestiusbrücke diese Dübel keilförmig vorfanden, während die Römer dieselben meistens in der Form doppelter convergirender Pyramidenstumpfen gebrauchten. Meist wurden sie eingebleit, oft fehlte auch diese Plombe, weil die Dübel mit Gewalt in die Kammer eingetrieben wurden; in diesem Fall hatte letztere annähernd die Ausdehnung des Dübels selbst. An verschiedenen Stücken fand man auch Oeffnungen für Klammern und Dübel, ohne dafs diese zur Verwendung gekommen sind, oft fehlte dann auch die Gegenöffnung an der benachbarten Fläche, weil wohl während des Versetzens viele Blöcke verworfen oder anderweit bestimmt wurden.

Die Verbleiung eines so grofsen Krampennetzes war schwierig, zumal wenn sie nach dem Aufeinandersetzen der Werkstücke vorgenommen werden mufste. Für diesen Fall wurden Rinnchen in dreieckiger Form, 0,04 m breit, 0,03 m tief in den Steinen angebracht. Sie gingen von der äufseren Wölbung des Bogens aus und erstreckten sich nicht nur bis zu einer zu verbleienden Klammer, sondern sehr oft noch zu einer zweiten und dritten. Unvermeidlicherweise ging hierbei viel Blei verloren.

Eine Analyse des Bleies hatte folgendes Ergebnifs:

Blei	99,798
Zinn	0,200
Silber	0,002
Kupfer	Spuren.

Von jenem Silberreichthum, den man zu anderen Malen in diesem Metall bei römischen Bauresten fand, ist hier nicht viel zu bemerken.

Das ganze enorme Klammernnetz im Gewölbe war sicher nicht zum Vortheil der Standsicherheit desselben und mufste vielfach zu einer ungleichmäfsigen Druckvertheilung führen, welchem Umstand der Bruch verschiedener Blöcke zuzuschreiben ist. Man möchte annehmen, dafs alle die genannten Klammern

23) Vergl. Durm, Baukunst der Etrusker und Römer. Darmstadt 1885, S. 164 u. f.

24) ebendort, S. 165. Ueber Dübel a. a. O. S. 11, 132 u. f. 153, dann Baukunst der Griechen, Darmstadt 1892, S. 38, 77 u. f. 289.

ausreichend gewesen seien, um, solange der Bogen noch nicht geschlossen war, die Steine der seitlichen Wölbungen an ihrem Platz zu halten. Gleichwohl lösten sich bei den Abbruchsarbeiten, welche erst vorgenommen wurden, nachdem die Bögen mit kräftigen Lehrbögen ausgerüstet worden waren, die beiden Bogenhälften nach Entfernung der Schlufssteine von den Widerlagern und legten sich auf die Rüstbögen. Die Verklammerungen machten die Abbruchsarbeiten unendlich schwierig, da man sehr viele Steine zerschlagen mufste, um sie von einander loszutrennen. So kam es, dafs die Wiederherstellung zum grofsen Theil mit neuen Steinen zu erfolgen hatte.

Vom Pons Aemilius[25]), von dem noch drei Bogen standen, wollte man die zwei mittleren erhalten und diese mit dem Ufer durch eine geradlinige Eisenconstruction verbinden, wie dies nach dem linken Ufer schon früher geschehen war. Da jedoch die alte Brücke der Regulirung nicht entsprach wegen ungenügender Weite der Bogenöffnungen und weil sie so schief zur Stromrichtung angelegt war, dafs ihre Bögen, vom Flufsarm auf der rechten Seite der Tiberinsel aus gesehen, als vollständig geschlossen erschienen, so entschlofs man sich, die Reste dieser antiken Brücke unberührt zu lassen und neben denselben den neuen Ponte Emilio zu erbauen. Die alte in Eisenconstruction hergestellte Verlängerung wurde abgenommen.

[Den Pons Aelius[26]), Ponte S. Angelo, Ponte Elio, die Engelsbrücke, vor der Regulirung zeigt Text-Abb. 1. Die Verbreiterung des Flufsbettes von 68 auf 104 m zwang zu ihrer Erweiterung, und diese erfolgte durch seitliche Anfügung je einer den mittleren drei Bögen gleichen Bogenöffnung, welche sich in Construction und Ausstattung genau an den Bestand der alten Theile anschliefsen (vergl. Bl. 43 Abb. 11.)]

[Bei der Verbreiterung des Flufsbettes von 68 m auf 104 m zeigte sich, dafs die Rampe der antiken Brücke nach der Seite des Marsfeldes beträchtlich länger gewesen ist, als auf der Gegenseite. Auf ersterer Seite fand sich noch ein achter Bogen (vgl. oben Anm. 12) mit nur 3 m Breite. Diese Rampe war, da wahrscheinlich schon seit 1450 verschüttet, vorzüglich erhalten, indem nur die Travertinplatten des Geländers fehlten, von welchem bekanntlich nur auf dem rechten Ufer ein Stück samt dem Endpilaster aus Marmor erhalten ist. Aus den Ergebnissen dieser Arbeiten geht hervor, dafs das antike Tiberbett dreifach abgestuft war, für Nieder-, Mittel- und Hochwasser, eine Anlage, die geeignet war, das Versanden des Bettes bei Niederwasser zu verhindern (s. Bl. 43 Abb. 10.)][27])

Die Regulirung rechts oberhalb S. Angelo[28]) sollte nach dem anfänglichen Plane bis zum fosso dell' Inferno und bis an das hochwasserfreie Gebiet am Fufse des Monte Mario durch einfachen Uferabschnitt und Dammaufwerfung erfolgen. Dieser Abschnitt und Damm in der Länge von 1004 m würde bei dem in Rechnung zu bringenden äufserst geringen Werth der Enteignungsgebiete nach einem Entwurfe vom 30. April 1876 nur 470000 Lire gekostet haben, da die Ländereien oberhalb Castel S. Angelo damals Ackerland waren. Zweifel über die Richtigkeit der geplanten Anlagen und die Erwägung, ob es nicht besser wäre, das Flufsbett von der Krümmung unter Pons Milvius an bis wenig oberhalb der Brücke S. Giovanni dei Fiorentini gerade zu legen, zogen sich so in die Länge, dafs die Verhältnisse inzwischen einen wesentlichen Umschwung erfuhren, indem sich auf jenen Ländereien eine lebhafte Bauthätigkeit entfaltete und fragliches Gelände nunmehr als Theil der Stadt betrachtet werden mufste, in welchem sich ganze Strafsenzüge bereits abzeichneten. Dieser Umstand steigerte nicht nur die Grunderwerbungskosten auf rund 4 Millionen Lire, sondern zwang auch, die Ufermauern mit darüber liegenden Lungotevere-Anlagen bis zum Ponte Margherita weiterzubauen. Da aber nunmehr die Länge des bis zum Fufse des Monte Mario erforderlichen Dammes annähernd dieselbe geworden wäre, wie für einen am Tiberufer bis zum Festungsgürtel geführten Damm, so entschlofs man sich zur letzteren Ausführung und entzog dadurch die ganze Fläche, auf der die Stadt sich allmählich ausgedehnt hatte und noch mehr ausdehnen wird, sowie die angrenzende Piazza d' armi der Ueberschwemmungsgefahr. Der Gesamtaufwand für die Befestigung des rechten Ufers oberhalb Castel S. Angelo wuchs auf diese Weise auf 10530000 Lire und übersteigt die im ersten Entwurf angenommene Ausgabe um 10060000 Lire. — Am linken Ufer sollte die Mauerregulirung anfänglich beim alten Mattatoio endigen in Uebereinstimmung mit der den Abschlufs der Stadt bildenden damaligen Zollgrenze, und weiter stromaufwärts bis zu den sassi di S. Giuliano ein Erddamm hergestellt werden. Hierdurch wurde die Verlegung des Ripettahafens unvermeidlich. Da dieser besonders der Schiffahrt stromaufwärts dienen soll, einigte man sich auf eine Oertlichkeit 200 m oberhalb des alten Mattatoio. Bis dorthin wurde die Regulirung durch Ufermauern mit Lungotevere und weiterhin bis zu den sassi di S. Giuliano mit Dammaufwurf fortgesetzt.

Die Verlängerung des Dammes auf dem rechten Ufer aufwärts bei den prati di Castello schliefst die vom Monte Mario und den Thälern des Inferno und Gelsomino kommenden Gewässer in den geschützten Umkreis ein. Erstere liefs man oberhalb der Regulirung in die Tiber abfliefsen, dagegen wurden die Gewässer des Inferno und Gelsomino durch einen besondern Canal bei der Lungara in die städtische Tiber eingeleitet. Ein Entwässerungscanal auf dem linken Ufer beginnt beim Graben der Rondinella und nimmt die vom Aventin herabkommenden Gewässer, welche sich bis dahin frei in die Tiber ergossen, auf, um sie in einer grofsartigen Canalanlage bis zum Almone zu leiten.[29])

Auf die neuhergestellten Brücken einzugehen, müssen wir uns hier versagen.[30])

Werfen wir an dieser Stelle einen Blick auf die Gesamtkosten des Unternehmens. Die vom Parlamente im Jahre 1876 für die Regulirungsarbeiten genehmigte Summe von 60 Millionen Lire war bis zum Jahre 1889 vollständig verausgabt. Durch das Gesetz vom 2. Juli 1890 wurden zur Vollendung der Arbeiten

25) Pons Aemilius, wahrscheinlich 114 v. Chr. erbaut und als erste steinerne Brücke auch pons lapideus genannt; pons maior, pons senatorum, Ponte Palatino, ponte rotto. Mehrfach zerstört und wieder aufgebaut.

26) Erbaut im Jahre 134 n. Chr. vom Kaiser Hadrian als würdiger Zugang zum kaiserlichen Mausoleum, zu den Gärten und zum Circus Hadriani. Vergl. oben Anm. 12.

27) Vgl. Bull. 21. Band 1893. S. 14. Mitth. 1893 S. 321 mit Abb. Wir verdanken unsere Abbildung dem Entgegenkommen des deutschen archäologischen Instituts in Rom.

28) Bei Zerstörung des Teatro Apollo in Via Tor di Nona 160 m oberhalb der Engelsbrücke fand sich unter demselben ein gewaltiger Mauerkörper, den Marchetti wohl mit Recht für eine Rampe zum Verladen von Marmorblöcken hält. Vergl. Mitth. 1892. S. 322.

29) Vergl. die eingehende Publication des Specialamtes für die Tiberregulirung: Il collettore basso delle fogne di Roma a sinistra del Tevere. Relazione etc. Ingegnere Capo G. Zucchetti. Roma 1890.

30) Vergl. Centralblatt für Bauverw. 1887. S. 32.

weitere 45 Millionen genehmigt, sodafs sich der Gesamtaufwand für das Regulirungswerk auf 105 Millionen beläuft.

Ueber die Ausdehnung der am Flufsbett hergestellten Arbeiten giebt nachstehende Tabelle einen kurzen Ueberblick.

Ordnungs-Nummern	Verzeichnifs der Uferarbeiten	rechts m	links m
1	Uferlänge mit Ufermauern und Strafsenanlagen	4 325	4 009
2	Länge der Uferdämme	6 222	4 580
3	Länge der Sammelcanale	19 200	15 244
4	Länge des geräumten Flufsbettes . .	7592	

[Nun ist das Werk bis auf Strecken der Ufermauer zwischen dem Ospedale di S. Spirito und der Farnesina sowie auf einen Theil des Collettore basso vollendet, und der „caeruleus Tibris coelo gratissimus amnis" des Virgil (Aeneid. lib. VII. V. 62) durch hohe Ufermauern vergewaltigt; sie überragen leider so manches der dem Ufer entlang stehenden Denkmäler, die sich früher im Flusse gespiegelt, und würden sich nur durch unabweisbare Nothwendigkeit rechtfertigen lassen. Da diese nicht vorgelegen, ist es tief zu bedauern, dafs man nicht durch Senkung des Hochwasserstandes darauf abzielte, die öden Mauern auf ein Mindestmafs zu beschränken, was auch im Hinblick auf den landschaftlichen Zauber der alten Tiberufer geboten gewesen wäre. Wer ihn gekannt hat, den beschleicht bei dem neuen Anblick ein wehmüthiges Empfinden. Gerade „das Hereinragen ländlicher Natur, der stets hereinwehende Hauch der römischen Campagnawildnifs war es, was der Stadt Rom bisher einen unvergleichlichen Reiz gegeben hat".[31] Dieser Reiz, die berauschende Fülle der malerischen Schönheiten des classischen Ufers, sie sind unwiederbringlich dahin. Rom hat nun seine Lungotevere, wie Florenz oder Pisa seine Lungarno, Turin seinen Lungopo, und hat sich dadurch hoffentlich für alle Zeiten vor der Ueberschwemmungsgefahr gesichert, aber es hat auch leider einen gewaltigen Schritt vorwärts gethan auf der schon seit Jahrzehnten betretenen Bahn, seine eigenartigen Vorzüge gegen das nüchterne Ambiente der modernen Grofsstadt hinzugeben.]

31) Ferd. Gregorovius. Zur Geschichte des Tiberflusses. 1876. Wir haben aus diesem Aufsatze für unsere Ergänzungen mehrfach geschöpft. Zugleich möchten wir hier der freundlichen Durchsicht der Arbeit seitens des k. Bauamtmanns Herrn Stengler und besonders des gütigen Entgegenkommens dankend gedenken, das wir seitens des Herrn Prof. Dr. Chr. Huelsen im deutschen archäolog. Institut in Rom gefunden haben.

Die Holzarchitektur der Stadt Braunschweig.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 40 bis 42 im Atlas.)

In der im Jahrgang 1892 dieser Zeitschrift enthaltenen Studie über die Holzarchitektur der Stadt Braunschweig hat der Verfasser darauf hingewiesen, dafs die alten Fachwerkbauten Braunschweigs immer mehr und mehr verschwinden und bald der Geschichte angehören werden. Leider erweisen sich alle Versuche, der Stadt Braunschweig ihr durch die Holzbauten gegebenes besonderes Gepräge zu wahren, als vergeblich, und die damals ausgesprochene Prophezeihung, dafs der Zeitpunkt nicht mehr fern liege, zu welchem nur noch wenige oder überhaupt keine Zeugen dieser altehrwürdigen Bauweise in Braunschweig vorhanden sein würden, tritt früher ein, als der Verfasser damals annehmen zu können glaubte. Schon sind neben zahlreichen minderwerthigen inzwischen auch hervorragende Fachwerkbauten, wie der „Stern" am Kohlmarkt, die herrliche Häusergruppe am Südklint mit der abgerundeten Ecke (Bl. 12, Abb. 3, 4 und 5, Jahrg. 1892) dem Speculationsgeiste zum Opfer gefallen, und es ist die Rede davon, den bedeutendsten Fachwerkbau, das „Demmersche Haus im Sacke", jene Perle norddeutscher Holzbaukunst, niederzulegen. Es ist daher Zeit auch jene Bauten, welche bei der eingangs genannten Veröffentlichung eine Berücksichtigung nicht gefunden haben, im Bilde zu erhalten.

Dem Ende des 15. Jahrhunderts gehören die in den Abb. 1, 2, 5 u. 6 Bl. 40 wiedergegebenen Zierformen an. Wir finden bei ihnen noch den „Treppenfries", jene für die älteren Fachwerkbauten eigenartige Zierweise, die in keiner anderen mittelalterlichen Stadt in so ausgedehntem Mafse zur Anwendung gekommen ist, wie gerade in Braunschweig. Der Fries (Abb. 2) stammt inschriftlich aus dem Jahre 1476 und weist in seinen Darstellungen einen derben Humor auf, wie ihn das Ende des Mittelalters liebte. Der Schwellbalken an dem Hause Schützenstrafse Br. V. Nr. 124 (Abb. 1 Bl. 40) ist mit einer Inschrift versehen, aus welcher hervorgeht, dafs das Haus am Tage St. Johannis des Täufers (24. Juni) fertiggestellt ist; unter den Treppen sind allerlei Thiere, Masken usw. angebracht. Reich verziert und schön geschnitzt ist das Haus „Alte Knochenhauerstrafse Br. V. Nr. 520 (Nr. 11)" vom Jahre 1470, von dem in Abb. 5 Bl. 40 einzelne Theile wiedergegeben sind; die oberen Balkenköpfe sind mit Masken verziert; über denselben, auf dem oberen Schwellbalken, befindet sich die Jahreszahl. Die Tragbänder sind mit Figuren geschmückt und in den Treppenfeldern des unteren Schwellbalkens befinden sich Köpfe, Rosetten usw., während der Raum über den Balkenköpfen runde und spitzbogige Felder, deren Inneres Lilien und Hausmarken ausfüllen, enthält. Wesentlich einfacher ist die in Abb. 6 Bl. 40 gegebene Zierform. Bemerkenswerth ist die Ausbildung der Balkenköpfe als Consolen, ein Motiv, welches mehrfach in Braunschweig vorkommt (vgl. Jahrg. 1892 Bl. 11). Abb. 7 Bl. 40 stellt den Schnitt des Theiles eines hofseitigen Gebäudes dar, dessen Formen dem 16. Jahrhundert angehören; die Abbildung zeigt, dafs man nicht nur die strafsenseitigen Gebäudetheile der alten Fachwerkbauten in eigenartiger Weise verzierte, sondern auch den hofseitigen Ansichten — im Gegensatz zur heutigen Bauweise — ein gewisses künstlerisches Gepräge verlieh. Die älteren Gebäude des 16. Jahrhunderts zeigen ausgesprochene gothische Formen; hierher gehört das in Abb. 1 Bl. 42 wiedergegebene Haus „Auguststrafse Br. V. Nr. 2572" vom Jahre 1517. Das Dächlgeschofs ist massiv, und nur die Bodengeschosse sind mit reich verziertem Fachwerk versehen. Die untere Schwelle ist mit dem Laubstab, die obere Schwelle mit gothischem Mafswerke, von dem überfallende Blätter in die Winkelbänder übergehen, verziert. Auch das Ständerwerk des Obergeschosses ist mit Mafswerk versehen, und die Winde-Luken waren spitzbogig geschlossen. Die mittleren Trag-

bänder am unteren Geschosse sind mit figürlichen Darstellungen (der heil. Anna, den Kirchspielheiligen St. Nicolaus, St. Magnus und St. Antor (?) geschmückt. Eine ganz ähnliche Zierweise besitzt das Haus „Reichenstrafse Br. V. Nr. 1116“ (Jahrg. 1892, Bl. 11). Der gleichen Zeit gehört ein Fries (Abb. 4 Bl. 41) an, welcher sich an dem 1892 abgebrochenen Hause „kleine Burg Br. V. Nr. 10“ befand und eine Verschmelzung des Laubstabornaments und des geometrischen Bandornaments zeigt. Auch der Thorweg (Abb. 4 Bl. 40) von dem Hause „Oelschlägern Br. V. Nr. 2342“ entstammt dieser Zeit. Bei den Friesen in den Abb. 3 Bl. 40 und 4 Bl. 42 kommen die Renaissanceformen schon voll zur Geltung; dieselben werden kurz nach dem ersten Viertel des 16. Jahrhunderts entstanden sein. Der Künstler hat seiner Phantasie vollen Lauf gelassen und das ganze Bestiarium des Mittelalters herangezogen. Den Darstellungen liegen jedenfalls bestimmte Vorstellungen zu Grunde, was schon aus der Wiederholung einzelner derselben, wie zum Beispiel die Tödtung des Ochsens (Abb. 1, 9 und 3 Bl. 14, Jahrg. 1892), der Affe mit dem Spiegel (Abb. 9 u. 10, sowie Abb. 3 Bl. 13 Jahrg. 1892) usw., hervorgeht. Aus dem Jahre 1536 stammt das leider auch schon beseitigte Haus „Wendenstrafse Br. V. Nr. 1423“ (Abb. 10 Bl. 41); Schwelle, Winkelbänder und Ständer werden von dem Fächerfries bedeckt, dessen Strahlen aus Masken und Blattornamenten hervorwachsen. Das Ständerwerk über den Fächern ist mit Blattornamenten in eigenartigen Formen versehen und unter der Winde-Luke ist auf einem doppelten Spruchbande die Jahreszahl der Erbauung des Hauses angegeben. Die Schwelle zwischen den Balkenköpfen und die Füllbohlen darunter sind nach der sogenannten Schiffskehle ausgeschnitten.

Abb. 1.
Reichenstrafse Nr. 18.

Die Abbildungen 2, 6, 7 u. 9 Bl. 41 und Text-Abb. 1 sind von Bauwerken aus der Mitte des 16. Jahrhunderts bis zu den dreifsiger Jahren des 17. Jahrhunderts entnommen. Reich und schön geschnitzt war das 1892 abgebrochene Haus am „Steinwege Br. V. Nr. 1952“ Abb. 2 Bl. 42 und ist das noch in vorzüglicher Beschaffenheit befindliche Stegersche Haus am „Bäckerklint Br. V. Nr. 800“ Abb. 2 Bl. 41, dessen Füllbohlen, zwischen den mit Schnörkelverzierungen versehenen Winkel-



Abb. 2. Füllbrett, gefunden beim Abbruch des alten Polytechnicums (Collegium Carolinum) 1893.

bändern, Masken und Engel in phantastischer Weise aufweisen. Ein hervorragendes Bauwerk jener Zeit, der in Abb. 9 Bl. 40 wiedergegebene „Stern“ am „Kohlmarkte“*), welcher mit seinem massiven Unterbau, seinem reich verzierten Fachwerk-Oberbau und dem hohen beschieferten Giebel den Platz in eigenartiger Weise beherrschte, hat leider, trotz vielfacher Anstrengungen zur Erhaltung des Gebäudes, einem modernen Bauunternehmer-Hause weichen müssen.

Der Raum zwischen den Balkenköpfen war durch Füllbohlen oder Bretter in schräger Lage bis zum Helme des zurücktretenden Untergeschosses ausgefüllt. In vielen Fällen waren die Bretter vermalt und geschnitzt; Text-Abb. 2 giebt eine Probe solcher Füllbretter.

Zur Erhöhung der Feuersicherheit wurden vom 16. Jahrhundert ab Brandgiebel zwischen den gröfseren Fachwerkgebäuden, namentlich bei solchen, deren Untergeschofs massiv

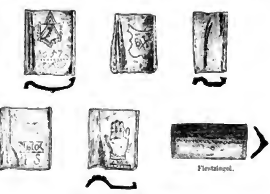


Abb. 3. Alte Dachziegel.

ausgeführt war, errichtet. Den vorspringenden Fachwerkgeschossen entsprechend kragte man die Giebel aus, auch wurden diese über Dach geführt, um bei ausgebrochenem Feuer das Ueberspringen der Flammen nach dem Nachbarhause zu verhüten.





Abb. 4. Dachziegel vom „Cammergebäude“ an der Martinikirche. (Hofgebäude 1896 abgebrochen.)

Die Abb. 1, 3, 5 und 8 Bl. 41 geben eine Anzahl solcher Brandgiebel wieder.

Das Dachdeckungsmaterial war vom 15. Jahrhundert ab der Ziegel und zwar der sog. Breit- oder Krempziegel, wie solcher bis an den Nordrand des Harzes noch heute ortsüblich ist. Die Kehlen wurden mit breiten Hohlziegeln ausgelegt, die Firste mit besonders geformten Firstziegeln gedeckt, auch die Seitentheile der Winde-Luken im Dachgeschofs mit schmalen Krempziegeln behängt. Wie die Text-Abb. 3 u. 4 zeigen, finden sich auf diesen Ziegeln häufig Verzierungen eingedrückt, Hausmarken, Jahreszahlen usw. Das Material der Ziegel ist ein ganz vorzügliches, sodafs die aus dem Abbruch der alten Fachwerkhäuser erfolgenden Steine, trotz des mehrhundertjährigen Alters derselben, ein gesuchtes Dachdeckungsmaterial bilden.

Hans Pfeifer.

*) Auf dem Atlas-Blatt 40 ist versehentlich „Kohlenmarkt“ gedruckt.

Hessische Thurmhelme.

(Mit Abbildungen auf Blatt 44 im Atlas.)

Die Thurmhelm-Form, welche unsere Abbildungen wiedergeben, kommt so oft an den Dorfkirchen Hessens vor, dafs sie geradezu typisch für das Land ist. Fast alle mittelalterlichen Helme zeigen sie dort; aber auch das 16. und 17. Jahrhundert haben von ihr noch Gebrauch gemacht, z. B. an den Thürmen in Breitenbach bei Hoof (16. Jahrhundert) und in Waldau bei Cassel (inschriftlich 1637). Die Form besteht darin, dafs die Ecken eines auf geviertförmiger oder rechteckiger Grundfläche stehenden achtseitigen Helmes durch Nebenthürmchen ausgezeichnet sind. Diese Eckthürmchen können bereits im Mauerwerke des Thurmkörpers vorbereitet sein, wie beispielsweise durch Auskragung an dem Thurme in Niederzwehren bei Cassel (Text-Abb. 1), oder sie setzen erst über der Traufe, also im Thurmhelme selber an, wie in Breitenbach (Text-Abb. 2), Waldau (Text-Abb. 3), Grifte (Bl. 44) und in dem schönsten aller Beispiele, in Neukirchen (Text-Abb. 4), über einem mit Schiefer bekleideten Fachwerkgeschosse.

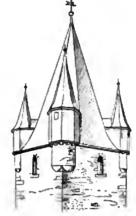


Abb. 1. Niederzwehren bei Cassel.

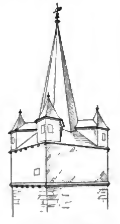


Abb. 2. Breitenbach.

Da unseres Wissens wenig oder gar keine Abbildungen vorhanden sind, die über die Form und Ausführung derartiger Helme eine ausreichend genaue Auskunft geben, wohl aber in den Lehrbüchern über mittelalterliche Baukunst sich mehrfach fehlerhafte Zeichnungen derselben vorfinden, so sei hier nach seinen genauen Mafsen und in seiner alten Construction der Thurm in Grifte mitgetheilt, der sowohl in der ersten Auflage des Ungewitterschen Lehrbuches von den gothischen Constructionen (Abb. 867) wie in der neuen Bearbeitung dieses Buches durch Mohrmann (Abb. 1395) unrichtig dargestellt ist.*)

Die Construction entspricht nicht den Regeln, nach denen wir heute einen derartigen Helm auszuführen pflegen. Es sind weder, entsprechend der Mollerschen Construction, Verstrebungen der Sparren in den Mantelflächen des Helmes, noch sonderlich gute Verbindungen der Hölzer vorhanden. Nichtsdestoweniger, und obschon auch die Hölzer selbst viel zu wünschen übrig lassen, hat diese Ausführung Jahrhunderte überdauert, sodafs sie an sich wohl nicht schlecht sein kann. In mittelalterlicher Art ist der Helm mit dem Mauerwerke **in keiner Weise verbunden**, sondern steht frei auf den Mauerlatten; gegen Verschoben- oder Umgekipptwerden durch den Winddruck sichern ihn die Breite seiner Grundfläche und sein Eigengewicht, insbesondere die Last seiner Hölzer. Fest in sich wird er durch die Anordnung des Binderwerkes der sich entsprechenden Gratsparren, welches in je zwei übereinander liegenden Andreaskreuzen besteht (Abb. 3 Bl. 44) und noch durch zwei den Sparren etwa parallele Hölzer *a* und *b* verstärkt wird. Die Knotenpunkte der unteren wie der oberen Kreuze liegen jedesmal dicht übereinander und klemmen sich aneinander fest (Abb. 4 Bl. 44). Auf diese Weise nimmt an jeder Beanspruchung, z. B. durch Wind, nicht **ein** solches Gespärre Theil, sondern das gesamte Holzwerk. Die Sparren werden aufserdem noch durch vier Balkenlagen, *c*, *d*, *e* und *f* (Abb. 1 Bl. 44) verspreizt; auf *e* ist der Kaiserstiel gestellt, der über den Anfallpunkt der Sparren hinausgeht und die Helmstange trägt. Wenn auch die sich gegenüberliegenden Gratsparren durch Andreaskreuze versteift sind, so fehlt doch jede Querverbindung durch Riegel. Die Schalung ist als Ersatz für genügend erachtet. Diese im ganzen einfache Construction ist von solcher Gediegenheit, dafs sie trotz ihrer, wie erwähnt, zum Theil mangelhaften Verbindungen doch bis jetzt gut gehalten und auch den Witterungseinflüssen stärkeren Widerstand entgegengesetzt hat, als so viele andere

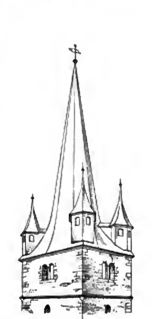


Abb. 3. Waldau.

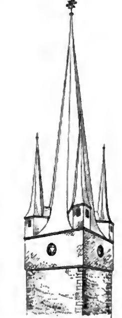


Abb. 4. Neukirchen.

Holzhelme, die sich infolge der letztgenannten Einflüsse im Laufe der Zeit stark gedreht haben, wie Reichensachsen, Gelnhausen usw.

Eine derartige Helmconstruction findet sich in Viollet-le-Ducs „Dictionnaire raisonné de l'architecture" nicht angegeben, ist also wohl in Frankreich nicht vorhanden, wo hölzerne Helme

*) Ungewitter giebt seiner Abbildung keine nähere Bezeichnung und hat vielleicht mehr einen Typus darstellen wollen; Mohrmann fügt aber ausdrücklich „Grifte bei Cassel" hinzu, ohne an der Abbildung etwas zu ändern.

(flèche) zumeist nur als Dachreiter über der Vierung errichtet und entweder in einer der Mollerschen Weise entsprechenden Art oder so ausgeführt sind, dafs die Verstrebungen von einem zur Fufsbalkenlage herabreichenden Kaiserstiele ausgehen. Der Mollerschen Weise entspricht die Construction des Dachreiterhelms von Notre-Dame in Paris (Abb. 2 des Dictionnairs). Viollet schreibt hierüber auf S. 456: „Au dessus (über den Gegenstreben *F*) des croix du Saint-André *G*, doubles, reportent encore la charge des poteaux (Gratsparren) *C* sur les points d'appui diagonaux.“ Die zweite Constructionsart ist bei demselben Helme (Abb. 21) sowie bei demjenigen der alten Abteikirche von Eu (Abb. 23) angegeben, wird aber im Texte nicht erwähnt.

Die Eckthürmchen mit ihren sechseckigen Helmen sind nicht, wie von Mohrmann (S. 588) beschrieben und sowohl bei Ungewitter (Abb. 867) als auch bei Mohrmann (Abb. 1395) gezeichnet ist, durch das „Vorstrecken einzelner Balken oder Stichbalken“ ausgekragt, was ersichtlicherweise einen wenig schönen Anblick gewähren würde, sondern sie sind mit Aufsenkante des Schwellholzes, in welches sich die Eckthurmsäulen zapfen, bündig gelegt, sodafs die beiden Aufsenflächen an der Thurmecke einen rechten Winkel bilden; die hierdurch entstehende Ungleichheit des Sechseckes ist im Helme durch Aufschieblinge wieder ausgeglichen. Durch Anklauen der kleinen, der Diagonale parallelen Balken an die Verstärkungshölzer *a*, *b* der Gratsparren sind die Eckthürmchen in ihrer Basis festgehalten; die beiden parallelen Rahmhölzer eines Eckthürmchens laufen ganz durch den Helm nach denen des diagonal gegenüber liegenden und klammern sich fest an die Verstärkungshölzer, wodurch jede Verschiebung unmöglich gemacht wird.

Der Verband der durchweg eichenen und nicht aufsergewöhnlich starken Hölzer ist bei den sich wagerecht kreuzenden Hölzern durch Ueberblattung, bei allen anderen durch verpflockte Zapfen bewirkt. Natürlich sind dabei alle Nägel und sonstigen Verbindungsstücke nur von Holz. Wir geben in Abb. 5 Bl. 44 die Verbindung eines Andreaskreuzarmes mit dem Gratsparren und seinem Verstärkungsholze wieder. Helm und Eckthürmchen sind geschalt und mit Schiefer gedeckt.

In ästhetischer Hinsicht sei auf die reiche und lebhafte Wirkung hingewiesen, die diese Helmform gegenüber den meistentheils schlicht-achteckigen Helmen in Niedersachsen oder den etwa noch durch einen Giebelkranz am Fufse geschmückten obersächsischen Helmen macht. Die Umrifslinie gegen den lichten Himmel ist für jeden Standpunkt ausgezeichnet. Die Verhältnisse der Helme dieser Art, und zwar sowohl die der Spitze an sich wie die der Spitze zu den Eckthürmchen und zum Mauerwerke, sind überall verschieden. Zu den am besten abgewogenen Verhältnissen gehören ohne Zweifel die unseres Beispieles. Der Helm hat als Höhe das Dreifache einer Seite seiner Basis, und die Eckthürmchen haben dieses Mafs etwa einmal zur Höhe. Die Neigung der Helmflächen beträgt $1 : 8\frac{1}{2}$. Unser Beispiel bestätigt also die Angabe Mohrmanns (S. 615), dafs „wenigstens in den späteren Perioden des Mittelalters gerade für Holzhelme fast überschlanke Gestaltungen beliebt waren“ (Thurm in Wetter, 16. Jahrh., Verhältnifs $1 : 8\frac{1}{2}$). Der über einem etwas ausgekragten Fachwerkgeschosse aufgebaute und mit diesem durch gleiche Schiefereindeckung zusammengezogene Helm in Neukirchen (Text-Abb. 4) ist das reizvollste Beispiel dieser Art; er ist jedoch noch spitzer (Neigung $1 : 9\frac{1}{2}$).

Bei dieser Gelegenheit noch einige Worte über die gediegene Ausführung des Bruchsteingemäuers am Thurme in Grifte. Man bemerkt hier noch überall die „Rüstlöcher“ in Reihen, die etwa auf Menschenhöhe übereinander liegen. Dasselbe zeigt sich an den Thürmen in Niederzwehren, Harle, Waldau, Neukirchen u. a. Sind die Löcher wirklich nur für die Netzriegel bestimmt gewesen, so versteht man nicht, dafs sie verhältnifsmäfsig so schwach waren, und warum diese runden, zum Theil im Mauerwerke noch erhaltenen, eichenen Hölzer ganz durch die Mauer hindurch gehen. Ich möchte daher, auch im Hinblick auf das Thurmmauerwerk anderer Kirchen, wo solche Löcher sich innen befinden und schlechterdings Rüstlöcher nicht gewesen sein können, die Vermuthung aussprechen, dafs sie wohl auch mit zum besseren Austrocknen und Abbinden des Mörtels bei den beträchtlichen Stärken dieser Mauern haben dienen sollen. Das Mauerwerk in Grifte ist im Aufseren ein durchaus gut verbundenes, vollfugiges, quaderartiges Bruchsteinmauerwerk, an welchem sich bis jetzt noch keine Risse oder sonstige Mängel gezeigt haben.

Die Thurmfenster der Glockenstube sind fast bei allen Thürmen der in Rede stehenden Art ebenso klein, wie unsere Abbildungen 1 und 2 Bl. 44 zeigen, nehmen aber nicht, wie von Ungewitter und Mohrmann gezeichnet ist, ein Drittel der Thurmbreite ein und sind auch nicht mit so rohen Mafswerken versehen. Letztere zeigen an zwei Fenstern in Grifte die Eigenthümlichkeit, dafs ein Fensterpfosten zu ihrer Unterstützung niemals vorhanden gewesen ist, obwohl die Mafswerksbildung eigentlich einen solchen bedingt (vgl. Abb. 1 Bl. 44). Wäre er vorhanden gewesen und gelegentlich beseitigt, so fände sich der ihm entsprechende Ansatz auf der alten Sohlbank vor, wie z. B. in Niederzwehren von (inschriftlich) 1472. Das Fehlen des Pfostens in Grifte ist wohl auf die Vorliebe des späten Mittelalters für das Unnatürliche und Wundersame zurückzuführen.

Cassel, im August 1897. Max Schmidt.

Vom Reichstagshause in Berlin.

(Mit Abbildung auf Blatt 45 im Atlas.)

Die grofs angelegte Monographie des Reichstagshauses, welche dessen Erbauer zur Zeit erscheinen läfst,*) hat von einer — ursprünglich geplanten — zusammenhängenden Veröffentlichung in dieser Zeitschrift Abstand nehmen lassen. Wir haben uns bisher darauf beschränkt, hier nur einzelne baulich besonders beachtenswerthe Theile des gewaltigen Organismus, wie die Bücherei und die Küchenanlage,*) zur Darstellung gelangen zu lassen, die in jenem lediglich auf die baukünstlerische Seite des

*) Das Reichstagsgebäude in Berlin. Von Paul Wallot. Cosmos. Verlag für Kunst und Wissenschaft. Berlin. (Giesecke und Devrient. Leipzig und Berlin) 1898 u. f. — Vgl. Centralblatt der Bauverwaltung 1898, Seite 79.

*) Zeitschrift für Bauwesen 1898, S. 21, und 1897, S. 369.

Reichstagsgebäudes beschränkten Prachtwerke Aufnahme nicht finden konnten. Diesen mehr in das rein technische Gebiet schlagenden Abhandlungen mögen nun hier aber auch noch einige künstlerische Blätter folgen, die als Nachbildungen von Entwurfzeichnungen des Erbauers besonderes Interesse erregen. Sie gewähren einen fesselnden Einblick in das Schaffen des Meisters, und ihr Vergleich mit der Ausführung ist geeignet dem Fachmanne werthvolle Anregungen zu geben. Auf Blatt 45 ist zunächst der Obertheil vom Mittelbau der Schmalfronten dargestellt, ein Architekturstück, in welchem sich die ursprüngliche, markige Schaffenskraft Wallots besonders glänzend offenbart.

Der neue Hafen in Cuxhaven.

(Mit Abbildungen auf Blatt 46 bis 48 im Atlas.)

Der alte Cuxhavener Hafen war ursprünglich der künstliche Abflufs der Ritzebütteler Entwässerungsschleuse und lief bei Niedrigwasser fast trocken. Bei der Fluthgröfse von 2,8 m konnte er deshalb höchstens Schiffe von 3 m Tiefgang aufnehmen. Allmählich wurden die Ufer des Hafens durch Bohlwerke befestigt, und im Jahre 1792 versah Woltman ihn mit einer Spülschleuse, die seine Tiefe in einer schmalen Rinne um einen Meter vergröfserte. Dieser Zustand ist im Jahrgange 1868, S. 22, dieser Zeitschrift beschrieben worden.

Im Jahre 1868 wurde der Hafen vergröfsert, ringsum mit neuen Bohlwerken versehen und durch einen Dampfbagger auf die Tiefe von 4 m unter Niedrigwasser am Eingange, bis abnehmend auf $2^1/_2$ m im oberen Theile gebracht. Dadurch war er in den Stand gesetzt, Schiffe von 5 m Tiefgang und darüber aufzunehmen. Bei dem geringen Verkehr des Hafens genügte diese Tiefe für Sommerzeiten, allein im Winter, wenn die Elbe durch Eis gesperrt war, genügte sie nicht, weil sie für grofse Fahrzeuge zu gering war. Diese waren deshalb in solchen Fällen den Gefahren des Eisganges preisgegeben, wodurch häufig Beschädigungen und selbst Verluste von Schiffen verursacht wurden. Dieser Uebelstand steigerte sich mit dem zunehmenden Tiefgange der Schiffe, und schon in den vierziger Jahren, und später wiederholt, liefs man Entwürfe für grofse Dockanlagen und dergleichen aufstellen, die aber sämtlich nicht zur Ausführung gelangten. Die Arbeiten des Jahres 1868 waren gleichsam Nothbauten, bestimmt, dem dringendsten Bedürfnifs des Augenblicks abzuhelfen.

Im Gründerjahr 1872 bildete sich eine Gesellschaft, die einen grofsen Tidehafen mit anschliefsendem Dock durch einen englischen Ingenieur erbauen lassen wollte. Indes, nachdem ein grofses Loch ausgegraben und das Ufer auf der Stelle des jetzigen neuen Hafens ungefähr um 150 m hinausgeschoben worden war, versiegten die Gelder, und Hamburg mufste das von der Gesellschaft gestellte Haftgeld dazu verwenden, die unfertigen Arbeiten in einen sturmfluthsicheren Zustand zu versetzen.

Bald darauf nahm Hamburg die Sache selbst wieder in die Hand und liefs im Jahre 1883 Entwürfe anfertigen zu einem „Noth- und Eishafen" in Cuxhaven. Dazu kam etwas später noch der Entwurf zu einem Hafen für Fischerfahrzeuge, der sich wegen Ueberfüllung des alten Hafens ebenfalls als dringendes Bedürfnifs herausgestellt hatte.

Begründung der Entwürfe.

Bei der Bearbeitung dieser Entwürfe trat die Nothwendigkeit hervor, das bisher ungeregelte Ufer*) in der Nähe des alten und der neuen Häfen günstiger zu gestalten. Der alte Hafen tritt bedeutend gegen die westlich von ihm belegene Bucht vor, wodurch während der Ebbe störende Wirbel und während der Fluth heftige Seitenströmungen, senkrecht zur eigentlichen Stromrichtung, erzeugt wurden, die das Anlegen von Schiffen an den Hafenkopf „Die Alteliebe" erschwerten oder ganz verhinderten. Dasselbe wäre in höherem Grade bei dem neuen Hafen eingetreten, denn dieser würde eine östlich anstofsende Bucht abgeschlossen haben und dadurch ebenfalls die Veranlassung von lästigen und gefährlichen Unregelmäfsigkeiten in der Strömung geworden sein.

Paralleldamm. Deshalb wurde ein Paralleldamm entworfen, der sich in einer flachen Curve von einem festen Punkte 500 Meter oberhalb des neuen Hafens bis 200 m unterhalb des alten Hafens in einer Länge von 1500 m erstreckte (Abb. 1 Bl. 46). Dieser Damm wurde im Jahre 1886 bewilligt und in den folgenden Jahren mit einem Kostenaufwande von einer Million Mark zur Ausführung gebracht.

Art und Richtung des Hafens. Schon bei dem Entwurfe des Paralleldammes mufste man sich entscheiden, ob der neue Hafen ein Tide- oder ein Dockhafen werden und ob er rechtwinklig oder schräg zum Strome gerichtet sein sollte. Man entschied sich für einen rechtwinklig zum Strome gerichteten Tidehafen und zwar aus folgenden Gründen. Für einen Noth- und Eishafen ist leichte Zugänglichkeit die erste Bedingung, der durch einen Dockhafen, namentlich in Eiszeiten, nicht genügt werden kann. Bei einer mittleren Fluthgröfse von 2,8 m fallen überdies die Vorzüge des Dockhafens: Niedrigere Mauern, geringerer Wechsel im Wasserstande und dadurch bequemere Befestigung der Schiffe, dem Tidehafen gegenüber nicht so sehr ins Gewicht, da sie durch die kostspielige Schleuse und ihren kostspieligen Betrieb sehr theuer erkauft werden müssen. Unter anderen Verhältnissen kommen noch manche andere Rücksichten in Frage, auf die hier nicht weiter eingegangen zu werden braucht.

Nachdem also ein Tidehafen gewählt worden war, mufste die Richtung, die ihm gegeben werden sollte, bestimmt werden. Die Elbe fliefst vor Cuxhaven von Südost nach Nordwest, und querab von dieser Richtung, zwischen Ostnordost und Nordnordost, ist das feste Land nur acht bis zehn Seemeilen entfernt; bei Niedrigwasser sogar nur 1200 m. Daraus folgt unmittelbar, dafs die in den Hafen tretenden Wellen am kleinsten werden, wenn seine Richtung ungefähr querstroms ist. Wollte man die Hafenrichtung schräg stromauf oder stromab wählen, so müfste sie etwa Ostsüdost oder Nordnordwest sein. Beide Richtungen stimmen so nahe mit der Stromrichtung überein, dafs stromauf oder stromab wehende Stürme einen unerträglichen Seegang im Hafen erzeugen würden. Namentlich die nach

*) Nähere Mittheilungen über dieses Ufer sind in „Hamburg und seine Bauten" 1890 enthalten.



Nordnordwest gerichtete Mündung würde in dieser Beziehung verhängnifsvoll sein, denn Stürme aus nordwestlicher Richtung, die von Sturmfluthen begleitet zu sein pflegen, würden kein Schiff im Hafen ohne ernstlichen Schaden davonkommen lassen. Dabei ist noch zu bemerken, dafs die Richtung Nordnordwest unmittelbar in die offene Nordsee führt und deshalb die Ausbildung der Wellen im höchsten Grade begünstigt. Diese Erwägungen gewinnnen noch an Bedeutung, wenn man die Häufigkeit der Stürme aus den verschiedenen Richtungen in Betracht zieht.

In den Jahren 1843 bis 1892 in Cuxhaven beobachtete Stürme:

Richtung	S—W	WNW—N	NNO u. NO	ONO—OSO	SO u. SSO
Anzahl	25	47	2	13	0

Von diesen 87 Stürmen wehten 25 aus dem Lande, erzeugten also überhaupt keinen Seegang, 47 hätten die Wellen in einen stromabwärts und 13 in einen stromaufwärts gerichteten Hafen geworfen; querstroms dagegen wehten nur zwei.

Unter diesen Umständen konnte der stromabwärts gerichteten Mündung unmöglich der Vorzug gegeben werden, und auch die stromaufwärts gerichtete begegnete ähnlichen Bedenken, denn wenn auch der Seegang, obgleich keineswegs unbedeutend, weniger zu fürchten war, so war es um so mehr die Ebbströmung, die mit einer Geschwindigkeit von drei bis vier Knoten unmittelbar vor dem Hafen, im Hafen mächtige Wirbelströmungen erzeugt hätte.

Wenn demnach die Rücksicht auf den Seegang im Hafen seine Richtung querstroms forderte, so führte die Betrachtung der Eisverhältnisse zu demselben Ergebnifs. Das Eis der Elbe wird vor Cuxhaven niemals fest, sondern treibt mit der Strömung auf und ab, wobei es in auffallender Weise vom Winde beeinflufst wird. Der Landwind treibt es weg, und man sieht nur offenes Wasser. Bei auflandigen Winden dagegen ist die Elbe gedrängt voll von Eis, und bei starken Winden aus nordöstlicher Richtung wird es bisweilen so fest zusammengeprefst, dafs selbst die gröfsten Dampfer macht- und steuerlos darin umhertreiben. Unter solchen Umständen können Schiffe nicht in den Hafen kommen. Setzt aber der Wind um, von Nord oder Ost nach Süd oder West, dann wird das Eis in wenigen Stunden weggeweht, und Schiffe, die vor der Elbe diesen Zeitpunkt erwartet haben, können bis Cuxhaven aufsegeln und in den Hafen laufen, vorausgesetzt, dafs auch dieser eisfrei ist. Das ist aber nur bei einem Tidehafen möglich, dessen Richtung mit der Windrichtung annähernd übereinstimmt. In dem Falle kann das Eis durch Dampfer leicht zerbrochen werden und wird vom Winde in den offenen Strom hinausgetrieben. Da im Winter die vorherrschende Windrichtung Südwest ist, so ist auch in Bezug auf den Eisgang die günstigste Hafenrichtung Nordost.

Zieht man endlich die Oertlichkeit in Betracht, so findet man, dafs die gewählte Hafenrichtung, NO 7° N, den grofsen Vorzug hat, eine bequeme und günstige Eisenbahnverbindung mit dem Bahnhofe zu gestatten, und in der That war diese Rücksicht insofern ausschlaggebend, als man anderenfalls vielleicht noch eine geringe Drehung nach Osten vorgenommen hätte.

Hafenform. Es ist indes nicht zu verkennen, dafs die Hafenrichtung querstroms auch ihre Nachtheile hat. Bei jeglicher Hafenrichtung mufs darauf gerechnet werden, dafs das einlaufende Schiff eine Drehung erfährt, während es aus dem strömenden Wasser des Flusses in das stillstehende Wasser des Hafens übergeht; aber bei der querstroms gerichteten Mündung ist aufserdem die Schwierigkeit vorhanden, die Mündung überhaupt zu treffen, denn während das Schiff darauf zufährt, wird es von der Strömung auf- oder abwärts getrieben, und wenn die Abtrift nicht richtig berechnet wird, kann die Mündung entweder ganz verfehlt oder doch in falscher Richtung erreicht werden, wodurch das Schiff in Gefahr geräth, mit den Hafenwerken in Berührung zu kommen. Um diese Gefahr thunlichst zu verringern, ist die Hafenbreite unmittelbar hinter der 100 m breiten Einfahrt auf 165 m vergröfsert, und sie nimmt dann weiter bis zum Ende des 300 m langen Vorhafens bis auf 250 m zu. Dadurch wird erreicht, dafs die Hafenmündung bis zu einem gewissen Grade gleichzeitig stromauf und stromab gerichtet ist, und das Beispiel des alten Hafens beweist, dafs geschickte Schiffsführer selbst unter ungünstigeren Umständen ihre Schiffe sicher in den Hafen zu bringen vermögen. Der alte Hafen hat eine Mündung von 62 m Weite und erweitert sich im Innern nur wenig, aber man sieht Raddampfer von 70 m Länge zu allen Zeiten der Tide in den Hafen laufen, ohne Schaden zu nehmen.

Nichtsdestoweniger durfte man nicht voraussetzen, dafs grofse Fahrzeuge von 100 bis 200 m Länge unter allen Umständen unmittelbar in den Hafen einlaufen würden; starker Ebbstrom oder Eisgang oder heftige ungünstige Winde konnten sie daran verhindern, und es mufste ihnen deshalb Gelegenheit geboten werden, aufserhalb des Hafens mit dem Lande in Verbindung treten zu können.

Hafenköpfe. Dazu dienen die Hafenköpfe. Diese haben zunächst den Zweck, die einzelnen Theile der Hafenanlage nach der Stromseite abzuschliefsen, nämlich, von aufsen anfangend, zuerst das Uferdeckwerk, dann den Hafenschutzdeich, darauf die Kaje und endlich die den Hafen einfassende Mauer (Abb. 2 u. 5 Bl. 46). Um sie auch zum Anlegen und Befestigen grofser Schiffe zu befähigen, sind sie in den Strom bis zur Tiefe von 11,5 m unter Niedrigwasser vorgeschoben und mit Pollern (Abb. 14 bis 16 Bl. 47) und Streichpfählen (Abb. 2, 3, 17, 19 u. 20 Bl. 48) versehen. Unterhalb des westlichen Hafenkopfes, auf dessen Benutzung vorzugsweise gerechnet werden mufs, sind aufserdem landwärts vier Pfahlbündel gerammt und durch eiserne Brücken mit dem Hafenkopfe verbunden, damit Schiffe, die den 120 m langen Hafenkopf überragen, sicher befestigt werden können. Selbstverständlich ist auch genügender Raum vorhanden, um Reisende mit ihrem Gepäck landen oder an Bord nehmen zu können, und durch die mannigfaltigen Zwecke, denen die Hafenköpfe an ihrer vorgeschobenen Stelle zu dienen haben, werden sie zu den wichtigsten und schwierigsten Bauwerken des ganzen Hafens.

Hafengröfse. Bei einer neuen Verkehrsanlage ist es kaum möglich, von vorn herein ihre Gröfse richtig zu wählen, und man thut besser, sie knapp zu bemessen, aber gleich eine Vergröfserung ins Auge zu fassen. Auf den Vorhafen trifft das in diesem Falle nicht zu, denn er mufs jedenfalls grofs genug sein, um genügenden Raum für das Einlaufen und Wenden der Schiffe zu bieten, obgleich er dadurch verhältnifsmäfsig sehr kostspielig wird. Er dient indes zugleich als Zufahrt für ein Trockendock, dessen Ausführung zwar der Zukunft vorbehalten bleibt, das aber doch durch Offenhaltung seiner Einfahrt schon vorbereitet werden sollte.

In den Vorhafen münden zwei 80 m breite Arme, die zwischen sich eine 90 m breite Kaje lassen. Die Länge jedes der beiden Arme kann auf 600 m gebracht werden; der östliche

ist jedoch vorläufig nur durch seinen Anfang angedeutet, und der westliche soll 300 m lang werden. Die Arme und die Einfahrt zum Trockendock sind durch Spundwände mit aufgesetzten Steinböschungen einstweilig abgeschlossen. In der geplanten Ausdehnung wird der Hafen eine nutzbare Wasserfläche von 8,7 ha bieten und für das nächste Bedürfnifs vermuthlich hinreichen. Durch den Ausbau der Arme würde seine Gröfse auf 15,9 ha und seine Uferlänge von 1200 auf 3000 m wachsen.

Hafentiefe. In dem Entwurfe von 1883 war eine Tiefe von 6,3 m unter mittlerem Niedrigwasser für den Hafen vorgeschlagen. Nachdem aber inzwischen der Tiefgang der gröfsten Kauffahrteischiffe auf 27 englische Fufs oder 8,23 m gewachsen war, wurde eine Tiefe von 8 m für erforderlich gehalten. Aber auch diese erschien noch zu gering, wenn man berücksichtigte, dafs Niedrigwasser von 1 m unter der mittleren Höhe nicht zu den Seltenheiten gehören und dafs von der hergestellten Tiefe stets ein Theil durch Aufschlickung wieder verloren geht. Deshalb wurde schliefslich die Hafentiefe auf 9 m unter mittlerem Niedrigwasser festgesetzt. Welches Mafs die Aufschlickung bei dieser bedeutenden Tiefe — 5 m gröfser als im Eingange des alten Hafens — und bei der 100 m weiten Einfahrt erreichen würde, mufste abgewartet werden; sehr wahrscheinlich mehr als im alten Hafen, der jährlich etwa 1 m durch Schlickfall an Tiefe verliert.

Höhe der Mauern. Die grofsen Schwankungen des Wasserspiegels, die sich in den äufsersten Fällen zwischen 6,3 m über und 2,37 m unter Niedrigwasser bewegen, verhindern eine jederzeit zweckmäfsige Höhe für die Mauern zu wählen. Man kann sich nur auf mittlere Zustände einrichten, darf aber dabei die seltneren nicht aufser acht lassen. Der mittlere Wasserstand ist 1,5 m über Niedrigwasser, und die Deckshöhe eines grofsen Schiffes kann man zu 3,5 m über dem Wasserspiegel annehmen. Daraus ergiebt sich die Mauerhöhe zu 5 m über Niedrigwasser, die bei den gewöhnlichen Wasserständen dem Bedürfnifs entsprechen wird. Auch bei den höchsten Sturmfluthen ist sie insofern genügend, als sie gestattet, die in der Höhe der Eisenbahnwagen liegenden Güterschuppen wasserfrei zu legen, etwa auf 6,4 m über Niedrigwasser. Dagegen hat sie den Nachtheil, dafs die Schiffe bei hohen Sturmfluthen die Mauer hoch überragen, wodurch sehr zuverlässige Befestigungspunkte auf der Windseite des Hafens in gehörigem Abstande von der Mauer nothwendig werden. Diesem Zwecke dienen schwere gufseiserne Poller von 60 cm Durchmesser (Abb. 12 u. 13 Bl. 47), die 12 m von der Vorderkante der Mauer entfernt und in einem Betonklotz von 10 cbm Inhalt vergossen sind. Wegen dieser Poller oder Landfesten können Güterschuppen oder andere Gebäude erst in einem Abstande von 13 m von der Mauer errichtet werden.

Von der Mauer landwärts steigen die Kajen mit 1 : 60 bis zur Deichhöhe von 6,8 m über Niedrigwasser an, werden aber gegen die Elbe noch durch einen Deich von 8,0 m Höhe über Niedrigwasser abgeschlossen, um die Wellen auch bei den höchsten Sturmfluthen vom Hafengelände abzuhalten. Diese Deiche setzen sich in dem Mauerwerk der Hafenköpfe bis zur Hafenmündung fort und schützen dadurch den Hafen, soweit es möglich ist, gegen den Seegang.

Eisenbahngleise. Um den Hafen durch Eisenbahngleise mit dem Bahnhofe verbinden zu können, müssen zwei Deiche gekreuzt werden. Der erste, der Neufelder Deich, liegt 2 m höher als die Hafenkaje, mufs also um dieses Mafs eingeschnitten werden. Um den dadurch aufgehobenen Deichschutz wieder herzustellen, mufs ein neuer Deich längs der Gleise, die auf den beiden Seiten des westlichen Hafenarmes liegen, geschüttet werden bis zu dem Punkte, an dem die allmählich steigenden Gleise die Deichhöhe erreicht haben. An diesem Punkte wird der Deich quergeführt, und die Gleise beginnen nach dem Bahnhofe hin zu fallen, wobei sie den etwas niedrigeren zweiten Deich, der den Bahnhof auf seiner nördlichen Seite begrenzt, in Höhe der Deichkrone überschreiten. Ein Blick auf den Uebersichtsplan Abb. 1 Bl. 46 wird diese etwas verwickelte Sachlage klar machen.

Durch diese Verlegung des Neufelder Deiches wird die zwischen den beiden Gleisen liegende Landfläche, die nur wenig über mittlerem Hochwasser liegt, den Sturmfluthen wieder zugänglich; um auch ihre Füllung und Entleerung ungefährlich zu machen, wird sie durch einen breiten Graben mit dem Hafen verbunden. Durch diesen Graben, über den am Hafen eine Fahrbrücke führt, wird das Wasser allmählich der Fläche zugeleitet und läuft durch ihn ebenso allmählich wieder ab.

Entwurf der einzelnen Bauwerke.

Bodenbeschaffenheit. Die Ergebnisse der Bohrungen, die Untersuchungen über den in der Tiefe zu erwartenden Wasserzudrang und die Versuche über die Tragfähigkeit des Baugrundes sollen hier im Zusammenhange mitgetheilt werden. Dabei wird nicht die zeitliche, sondern diejenige Reihenfolge beobachtet werden, die den vollständigsten Aufschlufs über die einschlägigen Verhältnisse zu geben vermag.

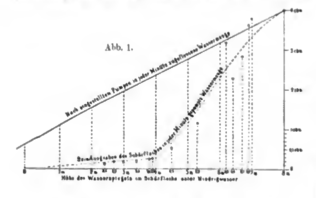
Im Sommer des Jahres 1890 wurde auf zahlreichen Stellen unter den künftigen Hafenmauern gebohrt, wobei sich eine sehr gleichmäfsige Beschaffenheit des Grundes auf der ganzen Baustelle ergab. Etwa bis zur Höhe des Niedrigwassers fand man leichten Kleiboden, dann folgte bis zur durchschnittlichen Tiefe von — 5,5 m[1]) (Grenzwerthe — 4,8 und — 6,0 m) sehr feiner, bläulicher Sand, der unter Umständen zu gefährlichem Triebsande wird; darauf bis zur Tiefe von — 13,2 m (Grenzwerthe — 12,2 und — 15,2 m) sehr fetter Klei und dann scharfer, gelblicher Sand, der bald feiner, bald gröber, aber an keiner Stelle ganz fein war. Die untere Grenze dieses Sandes ist an zwei Stellen auf — 33,5 und — 34,8 m erbohrt worden, und man darf annehmen, dafs sie überall in ähnlicher Tiefe sich findet. In oder unmittelbar unter dem Klei lagen vereinzelt dünne Moorschichten, die aber fest waren und unbedenklich schienen.

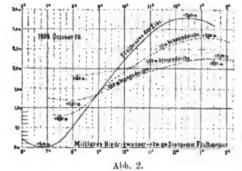
Die Bohrungen waren mit Hülfe von Wasserspülung gemacht, und der Klei kam deshalb in kleinen Stücken oder als Schlamm zu Tage, wobei man über seinen eigentlichen Festigkeitszustand im Dunkeln blieb. Um diese Unsicherheit zu beseitigen, wurde im October 1890 mit dem Ausgraben eines Schürfloches bis zu der damals geplanten Tiefe der Hafensohle von — 8 m begonnen.

Das Schürfloch lag in der Südecke des künftigen Hafens, also in dem im Jahre 1872 gegrabenen „Hafenloch". Mit der gewonnenen Erde dämmte man sich gegen das Wasser des Hafenloches, das ungefähr 1 m über Niedrigwasser stand, ab, und die Arbeit ging anfänglich sehr glatt von statten, da man vom

1) Alle Höhenangaben sind auf mittleres Niedrigwasser bezogen. Das Niedrigwasser ist zu 2 m über dem Nullpunkt des Cuxhavener Fluthmessers oder etwa zu 1,6 m unter N. N. angenommen.

Wasser nur wenig zu leiden hatte. In der Tiefe von — 4 m brauchte man nur 0,3 cbm in jeder Minute zu pumpen; dann aber sprang an einem der Gerüstpfähle, die die Dampfpumpe trugen, eine Quelle auf, und der Wasserzudrang wuchs sehr schnell mit der Tiefe. 22 Tage hindurch, vom 26. Februar bis 19. März 1891, mufsten bei einem Wasserstande von — 7 m in jeder Minute 3,79 cbm gepumpt werden, und wenn das Wasser nicht über — 8 m steigen sollte, war die Bewältigung von 4 cbm Wasser in jeder Minute nothwendig. Die Kosten des Schürfloches wurden dadurch unerwartet hoch und betrugen einschliefslich der in der Tiefe angestellten Belastungsversuche 30600 ℳ, womit übrigens der Gewinn an Kenntnissen nicht zu theuer bezahlt worden war. Man hatte nämlich nicht nur den Klei überall gleichmäfsig und sehr fest befunden, sondern es war auch zur


Abb. 1.


Abb. 2.

Gewifsheit geworden, dafs es unmöglich sein würde, die Mauern im Trocknen aufzuführen, denn in einer grofsen Baugrube hätte man nicht nur den Wasserzudrang fürchten müssen, sondern auch die Verschlechterung des Baugrundes, die die aufbrechenden Quellen durch die Entführung des Sandes aus der Tiefe unfehlbar bewirkt haben würden.

In der beistehenden Text-Abb. 1 sind die beim Ausgraben des Schürfloches in den verschiedenen Tiefen gepumpten Wassermengen, sowie die nach Einstellen des Pumpens zugeflossenen angegeben.

Noch ungünstigere Aussichten für eine Trockenlegung der Baugrube eröffneten sich durch die Brunnen, die zur Gewinnung von süfsem Wasser erbohrt wurden. Diese bestanden aus zwei- oder dreizölligen Röhren, die bis unter den Klei, etwa bis — 20 m, reichten und an jeder Stelle reichliches und vollkommen süfses Wasser lieferten. In den Röhren stieg und fiel das Wasser wie in der Elbe, nur in geringerem Mafse, wie die in Text-Abb. 2 dargestellte Beobachtung vom 28. October 1894, vollständiger als andere früher angestellte, beweist.

Man sieht, dafs die Fluthgröfse von 3,28 m in der offenen Elbe etwa 50 m davon und 15 m vom Deiche entfernt auf 1,99 m gesunken ist und dafs sie bis 268 und 555 m vom Deiche auf 1,08 und 0,43 m abgenommen hat; zugleich verspäten sich die Eintrittszeiten von Hoch- und Niedrigwasser landwärts. Wenn die Oberkante der Röhren niedriger lag als der Wasserstand in der Elbe, so bildeten sie einen natürlichen Springbrunnen.

Diese Erscheinungen lassen erkennen, dafs man es hier mit einem unterirdischen Nebenflufs der Elbe zu thun hat, den man niemals leer pumpen könnte, weil er sich jederzeit durch Elbwasser ergänzen kann. Wahrscheinlich führt er das Tagewasser von den die Marsch begrenzenden Haidflächen dem Strome zu, was dadurch noch wahrscheinlicher wird, dafs man auf diesen kaum irgendwo Wasserläufe findet.

I. Belastungsversuch.

Am 24. September 1891 wurde in der Elbe, auf der Stelle eines der Hafenköpfe, ein Dampfer verankert und ein Pfahl von 16 m Länge daneben gestellt. Die Tiefe betrug 11,5 m bei Niedrigwasser. Die Kleischicht hatte hier ungefähr noch 2 m Dicke. Der Pfahl von 30 cm Durchmesser, 707 qcm Querschnitt, war unten rechtwinklig abgeschnitten und mit Ketten belastet. Seine Senkungen wurden an einer Stange gemessen, die neben ihm fest in den Grund eingestofsen worden war. Bei nachstehenden Gewichtsangaben ist der Gewichtsverlust im Wasser sorgfältig berücksichtigt und abgezogen werden. Es ist vorausgesetzt, dafs das Gewicht des Pfahles nebst Ketten keine Senkung des Pfahles hervorgebracht hat.

Belastung einzeln kg	Belastung zusammen kg	Senkung einzeln mm	Senkung zusammen mm	Druck kg/qcm
Eigengewicht	478	0	0	0,68
162	640	3	3	0,91
162	802	2	5	1,13
161	963	1	6	1,36
162	1125	2	8	1,59
161	1286	3	11	1,82
162	1448	3	14	2,05
161	1609	3	17	2,28
161	1770	3	20	2,50
162	1932	4	24	2,73
162	2094	3	27	2,96
161	2255	5	32	3,19
162	2417	6	38	3,42
161	2578	5	43	3,65
162	2740	12	55	3,88
162	2902	3	58	4,10
163	3065	7	65	4,34
5 Min. später	3065	3½	68½	4,34
925	3990	der Pfahl sank schnell.		5,64

Die zuletzt angehängte Last von 925 kg wurde sogleich wieder abgenommen, weil der Pfahl so schnell sank, dafs man befürchtete, er würde aus seinen Führungen gleiten.

Aus diesem Versuch darf gefolgert werden, dafs der Kleiboden einem Drucke etwa von 4 kg/qcm zu widerstehen vermag, ohne wesentlich nachzugeben.

II. Belastungsversuch.

Das Schürfloch bildete in der Tiefe von — 8 m ein Geviert von 9 m Seite. In der Mitte desselben wurde ein Holzklotz aus übereinander gelegten Balken hergestellt, der 1,5 m lang und breit und 0,9 m hoch war. Dieser Klotz wurde mit Eisenbahnschienen belastet, die folgende Senkungen bewirkten:

Datum 1891	Belastung einzeln kg	Belastung zusammen kg	Senkung einzeln mm	Senkung zusammen mm	Druck kg/qcm
März 3.	Eigengew.	1215	—	—	0,05
"	2632	3847	12	12	0,17
März 4.	0	3847	30	42	0,17
"	3196	7043	17	59	0,31
"	3760	10803	13	72	0,48
"	4136	14939	14	86	0,66
"	8272	23211	51	137	1,03
"	8460	31671	59	196	1,41
März 5.	5762	37433	172	368	1,66
"	1773	39206	445	813	1,74
März 6.	0	39206	40	853	1,74
März 7.	0	39206	35	888	1,74

Beim Aufbringen der 1773 kg am 5. März sank der Klotz plötzlich, und die untersten Schienen berührten den Boden. Zugleich entstanden im Boden in der Nähe mehrere Risse, aus denen bald nachher Quellen hervortraten.

Ohne Zweifel war durch das anhaltende Pumpen der Sand unter dem Klei entführt worden, und die reichlich 4 m dicke Kleischicht war dadurch ihrer Unterstützung beraubt worden. Später fand sich vor der Rinne, die das Pumpenwasser abführte, eine Menge von 160 cbm des unter dem Klei liegenden Sandes abgelagert.

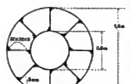


Abb. 3.

Der Versuch hatte den Nutzen, die Gefährlichkeit des Pumpens unter diesen Umständen darzuthun.

III. Belastungsversuch.

Eine eiserne Doppelröhre (Text-Abb. 3) von 1050,25 qcm Querschnitt wurde auf den Boden des Schürfloches gestellt und belastet, wie nachstehend angegeben:

Datum 1891	Belastung einzeln kg	Belastung zusammen kg	Senkung einzeln mm	Senkung zusammen mm	Datum 1891	Belastung einzeln kg	Belastung zusammen kg	Senkung einzeln mm	Senkung zusammen mm
März 2.	Eigengewicht	2100	60	60	März 3.	3760	22592	40	430
März 3	2820	4920	20	80	"	3008	25600	30	460
"	3196	8116	70	150	"	3572	29172	0	460
"	3572	11688	140	290	"	1504	30676	0	460
"	3760	15448	40	330	"	0	30676	10	470
"	3384	18832	60	390	—	—	—	—	—

Zieht man nur die tragende Fläche in Betracht, so findet man, dafs 1 qcm fast 30 kg getragen hat, was undenkbar ist. Nimmt man dagegen laut Versuch I an, dafs der Klei nicht mehr als 4 kg/qcm tragen kann, so ergiebt sich, dafs der Boden unmittelbar nicht mehr als $1050,25 \times 4 = 4201$ kg getragen hat. Das übrige Gewicht, also $30676 - 4201 = 26475$ kg, mufs durch die Reibung im Boden getragen worden sein. Die Reibungsfläche enthielt $2434 \times 47 = 114398$ qcm, folglich entfallen auf 1 qcm: $\frac{26475}{114398} = 0,23$ kg, die durch Reibung in dem Klei getragen worden sind.

IV. Belastungsversuch.

Auf einer Stelle des wieder mit Wasser gefüllten Schürfloches, die 3 m unter Niedrigwasser lag, wurden zwei Pfähle, durchweg von 30 cm Durchmesser und 707 qcm Querschnitt, 2,5 m von einander eingerammt und verholmt, und durch Balken mit zwei anderen, näher dem Ufer eingerammten Pfählen verbunden. Die vorderen Pfähle waren 7,5 m tief eingerammt und standen etwa 2,5 m im blauen Sande und 5,0 m in dem Klei. Der westliche Pfahl zog bei 880 kg Gewicht des Bären und 3 m Fallhöhe bei den letzten Schlägen etwa je 10 cm, der östliche etwa 8 cm. Diese beiden Pfähle wurden mit Eisenbahnschienen derartig bepackt, dafs sie deren volle Last zu tragen hatten.

Datum 1892	Belastung einzeln kg	Belastung zusammen kg	Ganze Senkung des westlichen Pfahles mm	Ganze Senkung des östlichen Pfahles mm
März 28.	Holm u. Balken	598	0	0
"	9776	10374	0	0
März 29.	5076	15450	0	0
"	6768	22218	5	5
"	6392	28610	5	8
"	5640	34250	15	15
"	2256	36506	17	16
"	4512	41018	22	23
"	3008	44026	918	146

Mit der Last von 41018 kg standen die Pfähle während der Vesperzeit. Nach dem Anflegen der letzten 3008 kg erfolgte die Senkung sehr schnell, und da der westliche Pfahl 772 mm tiefer sank als der östliche, fielen die Schienen sehr schief, und der Versuch mufste abgebrochen werden.

Da durch die vorigen Versuche der Druck, den der Klei ertragen kann, und die Reibung in dem Klei bekannt sind, so kann man aus diesem die Reibung im Sande berechnen.

Die Grundfläche der beiden Pfähle enthielt 1414 qcm, folglich war nach Versuch I der Druck, den der Klei unmittelbar aufnahm, $1414 \times 4 =$ . . . . 5656 kg.

Die in dem Klei steckende Oberfläche der beiden Pfähle enthielt beim Abbruche des Versuches $1106,4 \times 94,25 = 104278$ qcm, also die Reibung nach Versuch III 0,23 mal soviel . . . . . . 23983 "

Die im blauen Sande steckende Oberfläche der Pfähle enthielt $500 \times 94,25 = 47125$ qcm, die mit 0,3053 multiplicirt werden müssen, um die noch fehlenden . . . . 14387 "

zu ergeben. Zusammen 44026 kg.

Die Reibung im Sande ist demnach etwa 0,31 kg/qcm, also ungefähr um ein Drittel gröfser als in dem Klei gewesen.

V. Belastungsversuch.

Im Schürfloch wurden vier Pfähle eingerammt, die ein Geviert von 2,4 m Seite bildeten. Sie zogen bei den letzten Schlägen eines Rammbären von 900 kg und 1,3 m Fallhöhe 6 bis 10 mm und steckten 8 m im Grunde, von — 7,6 m bis — 15,6 m. Die untere Grenze des Klei fand sich auf — 12,8 m, folglich standen die Pfähle 5,2 m in dem Klei und 2,8 m im Sande. Sie hatten an der Bodenoberfläche 124 cm und an der Spitze 100 cm Umfang. Nachdem die Pfähle verholmt waren, wurden sie mit Eisenbahnschienen belastet.

Datum 1891	Belastung jedes Pfahles kg	Senkung mm
März 14.	29280	5
"	31830	13
März 15.	31830	13
März 16.	31830	14

Nachdem die Eisenbahnschienen abgenommen worden waren, wurden die an den Pfählen selbst angebrachten Zeichen untersucht, wodurch sich die Senkung nur zu 9 mm ergab.

Nimmt man nach Versuch III an, dafs die Reibung in dem Klei 0,23 kg/qcm, und nach Versuch IV, dafs sie im Sande 0,31 kg/qcm beträgt, so erhält man, da die Reibungsflächen eine Gröfse von 60424 qcm und 26676 qcm hatten:

Reibung in dem Klei $60424 \times 0{,}23 = 13898$ kg,
" " " Sande $26676 \times 0{,}31 = 8270$ "
Zusammen 22168 kg.

Zieht man dieses Gewicht von 31830 kg ab, so bleiben 9662 kg, die unmittelbar vom Boden getragen worden sind. Da die Grundfläche des Pfahles 804 qcm enthält, so hat der Sand rund 12 kg/qcm getragen, allerdings nicht, ohne vorher 9 mm nachzugeben.

Entwurf der Hafenköpfe. Der Entwurf der Hafenköpfe wurde durch die sehr ungünstigen Verhältnisse erschwert. Die grofse Stromtiefe näherte sich von Jahr zu Jahr dem Ufer mehr, und an einer Stelle in der Aufsenkante der künftigen Hafenköpfe fand sich bereits eine Tiefe fast von 11,5 m bei Niedrigwasser. Landwärts stieg dann der Grund ziemlich steil an. Die Strömung ist stark und läuft während der Ebbe bis zu vier Knoten oder etwa 2 m in der Secunde. Auch im Sommer mufste man zeitweilig auf starken Seegang gefafst sein, und der Eisgang des Winters war nicht weniger zu fürchten. Es wurde dadurch unerläfsliche Bedingung, den Bau in einem einzigen Sommer für Eisgang, Strömung und Wellenschlag völlig unangreifbar zu machen.

Eine Reihe von Entwürfen wurde aufgestellt und wieder verworfen, und erst unmittelbar vor dem Beginn des Baues tauchte ein Plan auf, der freilich etwas waghalsig erschien, aber doch allen Anforderungen zu genügen versprach. Nämlich das Flufsbett sollte aufserhalb der Hafenköpfe durch Steinschüttungen geschützt und unter den Köpfen selbst durch Baggerung auf die gleichmäfsige Tiefe von 11,5 m unter Niedrigwasser gebracht werden. Auf diese so hergestellte ebene Fläche (Abb. 3 Bl. 46) sollte ein schmiedeeiserner, oben offener Kasten genau von der Form des Hafenkopfes geschleppt und dann durch das in seinem Innern aufzuführende Mauerwerk versenkt werden. Dieser Gedanke begegnete zwar anfänglich einigem Widerspruche, weil im Falle einer ernstlichen Beschädigung des Kastens heillose Zustände entstehen konnten, allein da nichts Besseres oder Sichereres vorgeschlagen wurde, verfolgte man ihn weiter.

Der Kasten mufste 120 m lang und 15,5 m hoch, im Boden 9 m und oben 7,45 m breit sein. Auf den Wasserdruck während des Baues war besondere Rücksicht zu nehmen und ebenso sehr auf Unebenheiten des Grundes, denn wenn auch die Baggerung tadellos ausgeführt werden würde, so konnte doch während des Baues der Grund durch die Wirkung der Strömung entweder vertieft oder erhöht werden. Welcher von diesen beiden Fällen möglicherweise eintreten würde, war nicht vorher zu wissen.

Der Kasten war von folgender Bauart (Abb. 9 bis 11 Bl. 48). Boden und Aufsenhaut bestehen durchweg aus Blech von 5 mm Stärke. Ein Winkeleisen von $55 \times 55 \times 10$ mm verbindet diese Theile mit einander. In Abständen von 1,3 m liegen querüber Bodenstücke von 0,9 m Höhe aus 6 mm starkem Blech, die an den Wänden, unten und eben, beiderseits mit ähnlichen Winkeleisen gesäumt sind. Auf den Bodenstücken stehen an den Wänden Eckbleche von 0,6 m Höhe, die auch von zwei Winkeleisen umsäumt werden. Die Wände werden in Abständen von 0,65 m durch senkrechte I Träger Nr. 12 versteift. Auf diesen I Trägern, Spanten genannt, werden in senkrechten Abständen von 2 m wagerechte Gurte, I Träger Nr. 16, vernietet. Der unterste Gurt liegt 1,5 m über dem Boden, trifft also mit der Oberkante der erwähnten Eckbleche zusammen. Wagerecht in Abständen von 3,9 m und senkrecht 2 m von einander werden die Wände durch eiserne Anker von 25 mm Durchmesser verbunden. Die Absteifung des Kastens im Innern geschieht durch Holz und ist aus den Abb. 9 bis 11 Bl. 48 ersichtlich. Das Eisengewicht eines Kastens ergiebt sich zu 415 t, die erforderliche Holzmenge zu 200 cbm oder 120 t.

Der Kasten wird wie ein Schiff auf Helgen erbaut, dann bis zu einem passenden Tiefgange mit Beton gefüllt und darauf nach Cuxhaven geschleppt, wo die Füllung an Ort und Stelle fortgesetzt wird. Um dabei den Wasserdruck auf die Wände mäfsig zu halten, werden während der Versenkung Hohlräume im Kasten ausgespart. Diese, 15 an der Zahl, sind kreisrund und haben 6,8 m Durchmesser. Sie sind 7,8 m von Mitte zu Mitte von einander entfernt und beginnen 1 m über dem Boden. Zur Verstärkung des Bodens, der einem Wasserdruck bis zu 15,5 m widerstehen mufs, wird die Lichtweite der Trümpfe unten quer zum Kasten durch Betonböschungen auf 4,4 m eingeschränkt. Der Beton besteht in den untersten drei Metern, die später durch eine Steinschüttung eingehüllt werden, aus 1 Raumtheil Cement, 5 Raumtheilen Sand und 6 Raumtheilen hartgebrannter Mauersteinbrocken. Darüber wird hauptsächlich, und in einer 0,75 m starken Schicht an der Aufsenseite ausschliefslich, Beton aus einer Mischung von 1 Raumtheil Cement und 6 Raumtheilen Magdeburger Kies verwandt. In der Höhe von 9,5 m über dem Boden oder 2 m unter Niedrigwasser beginnt eine Granitverblendung von 0,425 m durchschnittlicher Stärke. Bei dieser Art der Füllung ist der Höhenunterschied zwischen dem äufseren Wasserstande am Kasten und dem Mauerwerk im Innern niemals gröfser als 1,5 m. Wenn der Kasten auf dem Grunde festsitzt, wird der Beton im Boden auf 2 m verstärkt, und die Hohlräume werden durch weitere Betonschüttung auf das in der Abb. 1 u. 9 Bl. 48 angegebene Mafs verkleinert. Die verkleinerten Hohlräume werden mit Sand gefüllt, der mit einer 2 m dicken, über den ganzen Kasten reichenden Betonschicht bedeckt wird. Granitplatten von 30 cm Stärke, die im Beton verankert sind, bilden die oberen Kanten des Mauerwerkes, und zwischen ihnen überdeckt eine Stampfasphaltschicht von 5 cm Stärke die Oberfläche des Betons. Schwere gufseiserne Poller und verankerte Gufseisenkasten zur Befestigung der Streichpfähle werden im Beton vermauert (Abb. 14 bis 16 Bl. 47 und Abb. 17 bis 20 Bl. 48).

Neben dem grofsen Kasten steht auf der Hafenseite ein zweiter, kleinerer, Treppenkasten genannt (Abb. 12 bis 14 Bl. 48), der die Landungstreppe, die gemauerte Fortsetzung des Deiches bis zur Hafeneinfahrt und ein kleines Gebäude für das Hafenfeuer und den registrirenden Fluthmesser aufzunehmen bestimmt ist. Seine Länge ist etwa 22 m und seine Breite 6 m. Obgleich die Tiefe unter ihm ebenfalls 11,5 m bei Niedrigwasser beträgt, weil die Baggerung für den grofsen Kasten der Sicherheit halber landwärts etwas ausgedehnt werden mufs, ist es doch nicht nöthig, ihn bis zu dieser Tiefe zu versenken. Wenn man ihn ungefähr 12 m von der Hafeneinfahrt abrückt, so genügt für

ihn eine Tiefe von — 3,5 m, weil man ihn bis dahin mit Steinen beschütten kann. Er soll deshalb auf einen Pfahlrost gestellt werden, der gerammt wird, sowie der grofse Kasten versenkt worden ist. Die Pfähle dieses Rostes reichen bis zur Tiefe von — 16 m, und ihre Zwischenräume werden zur Vermehrung der Standsicherheit mit Steinen ausgefüllt. Die Pfähle werden auf — 4,08 m abgeschnitten und sind dann zur Aufnahme des Kastens bereit. Der Kasten hat eine Höhe von 8 m über dem Boden, und dieser besteht aus Bohlen von 8 cm Stärke, die querüber durch I Träger Nr. 28 versteift werden. Im übrigen besteht der Kasten aus Eisen und wird in ähnlicher Weise versteift und versenkt wie der grofse Kasten. Die 16 bleibenden Hohlräume im Treppenkasten sind kreisrund und von 1,1 m Durchmesser. Sie werden nicht mit Sand gefüllt, weil die dadurch bewirkte Gewichtsvermehrung zwecklos wäre. Der Raum zwischen den beiden Kasten wird bis zur Niedrigwasserlinie mit Beton in Säcken und unter Wasser geschüttetem Beton gefüllt und dann hochgemauert.

Der Uebergang vom Treppenkasten zur Kajemauer aufsendeichs wird durch den **Anschlufskasten**, Abb. 4 bis 6 Bl. 47 vermittelt. Da dieser auf einem Ende die Tiefe von — 11 m, auf dem andern von — 5 m vorfindet, ist er ebenfalls als Senkkasten auf niedrigem Pfahlrost gebaut und soll bis — 3,5 m mit Steinen beschüttet werden. Er bildet ein unregelmäfsiges Sechseck mit zwei langen Seiten, die nur 4,7 m im Lichten von einander entfernt sind. Für diese geringe Breite erwies sich ein Eisenkasten zu schwer, und deshalb wurde ein hölzerner Kasten gewählt. Sein Boden von 30 cm Dicke besteht aus zwei kreuzweis gelegten Holzlagen, und auf ihm sind die Wände mit 40 langen Eisenankern derart befestigt, dafs sie nach erfolgter Versenkung gelöst werden können und auftreiben müssen. Der Pfahlrost wird auf — 4,3 m abgeschnitten, und der Kasten, 5 m über dem Boden hoch, wird nach der Versenkung vollständig mit Beton ausgefüllt. Das über dem Kasten liegende Mauerwerk, das ebenso wie im unteren Theile mit Klinkern verblendet ist, wird durch Tidearbeit hergestellt.

An den Hafenkopf schliefst sich auf seinem vom Hafen abgewandten Ende unter einem Winkel von 45° die **schräge Mauer** (Abb. 1 und 4 Bl. 48), die auf einem, auf + 0,3 m abgeschnittenen Pfahlrost gegründet ist. Sie hat einestheils den Zweck, den niedrigen Theil des Hafenkopfes zu vergröfsern, anderntheils dient sie als Abschlufs des Uferdeckwerkes, das hier von + 1 m bis + 8 m reicht und dann landwärts mit seiner Krone in einem Gefälle von 1 : 30 bis auf + 4 m fällt. Die schräge Mauer mufs so weit vom Ende des Hafenkopfes entfernt bleiben, dafs genügender Raum bleibt für eine Steinböschung, die sowohl ihren eigenen Pfahlrost wie auch den Fufs des Uferdeckwerkes zu schützen bestimmt ist.

Das **Uferdeckwerk** (Abb. 5 Bl. 46) besteht aus geviertförmigen Betonblöcken von 0,75 m Seite und 0,32 m Dicke, die durch abweichend geformte Fufs- und Kronsteine eingefafst werden. Die Fufssteine lehnen sich an eine Bohle, die an kleine eingeschlagene Pfähle genagelt ist, und die Kronsteine überragen das dahinter befindliche Erdreich um 0,4 m, damit der Schlag der überstürzenden Wellen durch das Wasser, das die Kronsteine am Abfliefsen hindern, abgeschwächt wird.

Zwischen der schrägen Mauer und den drei Senkkasten wird der Boden hochgeschüttet, um nach erfolgtem Setzen diejenigen Mauerwerktheile aufzunehmen, die den Hafenkopf mit dem aus Erde aufgeführten Deich verbinden. Sie bestehen aus einem hohen Gange (Abb. 5 bis 8 Bl. 48), der auf einer Seite von einer starken Mauer und auf der anderen von eisernen Säulen getragen wird, und aus einer breiten Granittreppe, die von dem niedrigen Theile des Hafenkopfes bis zur Deichhöhe ansteigt. Der Raum unter dem hohen Gange dient theils als Zufluchtsort bei schlechtem Wetter, theils als Zugang zur Landungstreppe, und in seinem äufsersten, auf beiden Seiten von Mauern umschlossenen Theile, für Aborte (Abb. 1 Bl. 48). Eine Rampe und eine kleine Treppe führen von der Kaje nach der grofsen Treppe und nach dem hohen Gange, und zur unmittelbaren Verbindung der Kaje mit dem vorderen Theile des Hafenkopfes bleibt eine 6 m breite Oeffnung in der Mauer unter dem hohen Gange.

Die **Kajemauer aufsendeichs** kann nur durch Tidearbeit hergestellt werden, weil ein standfester Klepfdamm zu zeitraubend und kostspielig werden würde. Auch das häufig angewandte Verfahren, den Boden zwischen eingerammten Spundwänden auszubaggern und durch Beton unter Wasser zu ersetzen, erschien nicht rathsam, weil die quergerichtete Strömung, die starke Aufschlickung und der feine Sand, der durch die Fugen der Spundbohlen geflossen wäre, keinen guten Beton erwarten liefsen, auch die Festigkeit des Kleibodens vielleicht nicht genügt hätte. Die Gründung mittels Druckluft hätte zweifellos gute Ergebnisse geliefert, allein da sie jedenfalls sehr theuer werden mufste, glaubte man ihrer unter den obwaltenden Umständen entrathen zu können. Es blieb also eigentlich nur noch die Brunnengründung, die schon im Jahre 1865 in Cuxhaven als zweckmäfsig erprobt worden war. Damals hatte man nur bis zur Tiefe von — 4 m zu gehen nöthig, während man jetzt bis — 10 m hinunter mufste, wenn die Brunnen in der Hafenkante selbst stehen sollten. Sie so tief zu bringen konnte mifsglücken, und man zog deshalb eine andere Anordnung vor.

Die Brunnen (Abb. 1 Bl. 47) bleiben mit ihrer Vorderkante 8,2 m von der Hafenkante entfernt und werden nur bis — 6 m versenkt. Jeder Brunnen ist 7 m lang, unten 5 m, und 7 m höher 4 m breit. Den Fufs des Brunnens bildet ein Betonkranz, der durch fünf Eisenbänder von 1 × 5 cm verstärkt ist und auf einem Sanddamm von + 2 m Höhe angefertigt wird. Auf + 1 m springt das Mauerwerk auf beiden Langseiten des Brunnens um 0,5 m zurück und wird in zwei Steinstärken bis + 3 m geführt, wodurch erreicht wird, dafs der Brunnen während der Füllung mit Beton bei gewöhnlichen Tiden nicht von oben volllaufen kann. Nach erfolgter Versenkung wird der Brunnen im trocknen mit Beton vollgestampft. Es wird ein Brunnen um den anderen versenkt, und wenn eine Reihe steht, werden die 30 cm weiten Fugen zwischen ihnen abgeschlossen, leergebaggert und mit Beton in kleinen Kasten unter Wasser gefüllt.

Der Raum zwischen der Brunnenmauer und der Hafenkante wird durch eine Holzbrücke (Abb. 1 bis 3 Bl. 47) überdeckt, die auf Rammpfählen ruht und für eine Belastung von 3000 kg/qm berechnet ist. Die Brücke setzt sich bis zum Treppenkasten fort, nimmt aber vor dem Anschlufskasten sprungweise an Breite ab, sodafs sie unmittelbar am Treppenkasten nur noch 3 m breit ist (Abb. 2 Bl. 46). Aufsen an der Brücke kann die volle Hafentiefe gebaggert werden, mufs aber vor dem Anschlufskasten allmählich bis auf 3,5 m abnehmen.

Die Pfähle der Brücke werden zwar mit der Zeit vom Bohrwurm angegriffen werden, allein erfahrungsmäfsig geht das bei Rundhölzern sehr langsam. Rammpfähle, die 30 Jahre und

länger dem strömenden Salzwasser ausgesetzt gewesen sind, zeigen oft, wenn man sie an vielen Stellen im Inneren untersucht, nur sehr geringe Spuren des Bohrwurms. Gesägtes Holz dagegen ist schon nach wenigen Jahren stark angefressen, und 5 cm starke Bretter, die früher das Gerinne der Cuxhavener Spülschleuse bildeten, mufsten zweijährlich erneuert werden.

Die Mauern binnendeichs. Durch die Erfahrungen im Schürfloche war bewiesen worden, dafs es unmöglich oder allzu gewagt sein würde, die Baugrube bis zur Hafensohle leerzupumpen, und ebenfalls erschien es zu gefährlich, die zerbrechlichen Mauern unmittelbar auf den wenn auch festen, doch immerhin nachgiebigen Kleiboden zu setzen. Man wollte also den Wasserspiegel bis — 4 m senken, einen Pfahlrost schlagen und auf diesem die Mauern in der Höhe von — 3 m beginnen lassen. Dabei kam es darauf an, die Pfähle von — 3 m bis zur Hafensohle abwärts für den Bohrwurm unverwundbar zu machen. Zu dem Zwecke schlug man zunächst vor, die Pfähle auf der Hafenseite mit einer doppelten Bohlenlage von Greenheart-Holz (Laurus chloroxylon nach englischen, Nectandra Rodiöi nach holländischen Angaben) zu benageln. Diese, aus Surinam und Demerara in Guyana eingeführte Holzart blieb nach Robert Stephensons Versuchen, die in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts am Bell-Rock-Leuchtthurm stattfanden, während 19 Jahre fast unversehrt und war nur an einer Ecke etwas angegriffen. Stephenson erwähnt aber nicht den Bohrwurm (teredo navalis), sondern nur die Limnoria tenebrans, ein anderes holzzerstörendes Wasserthierchen, das in Cuxhaven nicht vorkommt. Thomas Stephenson (in: Design and Construction of Harbours, Edinburgh 1886) führt andere, ungünstigere Fälle an, und auch neuere holländische Erfahrungen haben ergeben, dafs das Holz nicht vollkommen unangreifbar genannt werden kann. Nichtsdestoweniger wird es in England und Holland vielfach zu Schleusenthoren und Pfahlwerken verwandt und scheint sich dabei jedenfalls besser zu bewähren, als unsere, durch Kreosot oder Wurmnägel geschützten Holzarten. Anfragen in den genannten Ländern wurden nichtsdestoweniger nicht ermunternd beantwortet, und der Entwurf wurde infolge dessen von den Behörden abgelehnt. Wahrscheinlich mit vollem Rechte, denn ein Nachtheil wäre unter allen Umständen von seiner Ausführung unzertrennlich gewesen, nämlich der, dafs die Befestigung und spätere Untersuchung der angenagelten Greenheart-Bohlen nur durch Taucher hätte geschehen können.

Diesem abgelehnten Entwurfe folgten Erörterungen über vier andere, bis ein Vorschlag gemacht wurde, der den Schutz des Pfahlrostes auf eine eigenthümliche und, wie es schien, einwandfreie Weise zu erreichen verhiefs. Diesem Vorschlage gemäfs ruht die Mauer auf acht Pfahlreihen, von denen fünf senkrecht oder fast senkrecht und drei schräg stehen (Abb. 7 Bl. 47). Die vorderste Pfahlreihe wird durch zwei, 1 m von einander entfernte Spundwände eingeschlossen. Die vordere Spundwand reicht von — 2 m bis — 10 m, die hintere von — 3 m bis — 8,5 m. Nachdem die Spundwände gerammt sind, wird der Boden zwischen ihnen bis zur Hafensohle herausgenommen, wobei das zudringende Wasser ausgeschöpft wird und die Spundwände abgesteift werden. Darauf wird die Pfahlreihe zwischen den Spundwänden gerammt, die richtige Tiefe von — 8 m bis — 8,5 m abermals hergestellt und der Beton zwischen den Spundwänden im trocknen sorgfältig eingestampft. Um die Schrägpfähle unter den Spundwänden durchführen zu können, erhält die Mauer im unteren Theile die ungewöhnliche Dicke von sieben Metern. Die fünf senkrechten oder nahezu senkrechten Pfähle werden querüber je durch zwei eiserne Bänder von 2×5 cm Stärke, die auf jedem Pfahl durch einen Rundbolzen von 3 cm Durchmesser zusammengehalten werden, mit einander verbunden. Sämtliche Pfähle werden auf — 2 m abgeschnitten, der Boden wird auf — 3 m geebnet und dann der Beton zwischen Schalungen, von denen die vordere gehobelt ist, eingebracht. In der Höhe von — 2 m springt die Mauer vorne um 10 cm zurück, um sie völlig von der vorderen Spundwand zu isoliren; diese kann der Bohrwurm wegfressen, ohne dafs die Mauer irgendwie dadurch leidet. Mit Ausnahme der Granitdeckplatte besteht die ganze Mauer aus Beton, der im allgemeinen 1 Raumtheil Cement und 6 Raumtheile Magdeburger Kies, auf den äufseren 25 cm aber den doppelten Cementzusatz enthält. Versuche hatten nämlich ergeben, dafs der Kies 27 v. H. Hohlräume enthält, und um diese sicher zu füllen, sind ihm $33\frac{1}{3}$ v. H. Cement zugesetzt worden; schwächeren Beton glaubte man bei dem wechselnden Wasserstande nicht als frostsicher annehmen zu dürfen. Der Beton wird in Schichten von 25 cm eingebracht und gestampft, wobei den Mischungen von verschiedenem Cementgehalt Gelegenheit gegeben wird, sich in frischem Zustande mit einander zu verbinden. Die Kasten und Anker zur Befestigung der Streichpfähle, Schiffsringe und Leitern (Abb. 9 bis 11 u. 17 bis 19 Bl. 47) werden gleich beim Schütten des Betons eingemauert und sorgfältig augestampft. Die Kosten der Mauer sind auf 2100 ℳ für 1 m Länge berechnet, ebenso hoch wie die der Brunnenmauer aufsendeichs.

Dieser Entwurf wurde höheren Ortes genehmigt und zur Ausführung bestimmt.

Bewilligung und Bau der Häfen.

Die Berathungen über die Hafenentwürfe erforderten etliche Jahre. Ihr Ergebnifs mochte für zweifelhaft gehalten werden, denn mancher befürchtete von dem geplanten tiefen Hafen eine Schädigung Hamburgs. Gerade zur rechten Zeit trat indes ein Ereignifs ein, dafs in günstigster Weise wirkte. Die einflufsreiche und mächtige Hamburg-America-Linie, die bis dahin ihre Newyorker Passagierdampfer von Hamburg hatte abgehen lassen, beabsichtigte Schnelldampfer von 8 m Tiefgang zu erbauen und für diese Cuxhaven als Abgangshafen zu wählen. Dadurch wurde, wenn auch keine angemessene Verzinsung des Anlagecapitals, doch eine beträchtliche Einnahme für den neuen Hafen in Aussicht gestellt. Das verlieh der ganzen Angelegenheit ein anderes Aussehen, und als der Senat am 6. Juni 1890 die Bewilligung von 7000000 ℳ für den tiefen Hafen und von 700000 ℳ für den Fischerhafen bei der Bürgerschaft beantragte, stimmte diese bereits am 17. September desselben Jahres dem Antrage zu.

Nach erfolgter Bewilligung gestalteten sich die Verhältnisse bald derart, dafs einzig und allein der Bau des Fischerhafens (Abb. 1 Bl. 46) unverzüglich begonnen und auch ohne Störungen zu Ende geführt werden konnte. Da der Fischhandel in Cuxhaven nicht viel zu bedeuten hat, ist dieser Hafen eigentlich nur ein Noth- und Eishafen für Fischerfahrzeuge, und Schuppen oder sonstige Einrichtungen zur Erleichterung des Handels wurden für ihn zunächst entbehrlich gehalten. Er hat 3,7 ha Fläche und eine Tiefe von 3 m bei Niedrigwasser. Seine Ufer bestehen aus hölzernen Vorsetzen, die bis 4 m über Niedrigwasser reichen. Die Spundwände der Vorsetzen sind, soweit sie nicht im Erd-

boden stehen, mit Eisenblechplatten benagelt, um gegen den Bohrwurm geschützt zu sein. Der gröfste Theil des Hafens konnte mit geringen Kosten durch Deiche gegen Sommerfluthen geschützt und dann im trocknen ausgegraben werden, wobei höchstens 1 cbm Wasser in jeder Minute gepumpt werden mufste. Die Arbeiten wurden, mit Ausnahme des kleineren Theiles, am 29. Januar 1891 einem Unternehmer übertragen, und am 9. October 1892 konnte der völlig fertige Hafen dem Verkehr eröffnet werden. Die Kosten blieben willkommener Weise 180000 ℳ unter dem Anschlage; der Afterunternehmer der Erdarbeiten aber, der im ganzen 173000 cbm zu fördern hatte, sollte dem Vernehmen nach mit grofsem Verlust abgeschlossen haben. Denselben Unternehmer traf während des Baues ein entsetzlicher Unglücksfall. Auf einer der beim Erdfördern beschäftigten Locomotiven flog an einem dunkelen Novemberabende der Auswaschbolzen aus dem Kessel. Eine Seite des Führerstandes war wegen der Kälte mit Brettern verkleidet, und die drei Leute, die auf der Locomotive standen, mufsten durch den ausströmenden Dampf fliehen, um ins Freie zu gelangen. Dabei wurden sie so furchtbar verbrüht, dafs sie sämtlich innerhalb zehn Stunden todt waren.

Bau der Hafenköpfe. Schon im Herbste des Jahres 1890 war auf der Stelle des westlichen Hafenkopfes gebaggert worden, wobei sich bis zur Tiefe von — 13,6 m überall fester Klei und darunter scharfer Sand gefunden hatte. Bestimmte Werthe für die Tragfähigkeit des Klei liefsen sich freilich nicht daraus ableiten, allein da auch bekannt war, dafs derselbe Kleiboden den Druck gesunkener Schiffe ausgehalten hatte, ohne merklich nachzugeben, glaubte man, ihm die Hafenköpfe nach dem im vorigen Abschnitte beschriebenen Entwurf anvertrauen zu dürfen, namentlich da man damals auf den Gewichtsverlust des Mauerwerks im Wasser rechnete, wovon man später absehen zu müssen glaubte, weil der den Kleiboden überall innig berührende Senkkasten unten doch mit dem Wasser nicht in Verbindung treten kann. Der Entwurf wurde also im November 1890 eingereicht, und am 6. Januar 1891 wurden vier bewährte Unternehmer zum Abgeben von Anerbieten aufgefordert. Von diesen Unternehmern lehnte einer ganz ab, zwei schlugen unannehmbare Veränderungen des Entwurfes vor, und nur der vierte, F. H. Schmidt in Altona, erbot sich für eine den Anschlag nicht überschreitende Summe zur Ausführung des ungeänderten Entwurfes. Am 3. Februar wurde der Bauvertrag abgeschlossen, und alle Einrichtungen wurden getroffen, um im Mai den grofsen Senkkasten an seinen Platz schleppen und mit seiner Füllung beginnen zu können.

Ein unerwarteter Zufall störte diese Absichten. In dem schweren Eisgange des Winters wurde der Fischdampfer Platessa am 7. Januar von der Schraube des Schleppdampfers Borkum unter der Wasserlinie beschädigt und sank, mit der Fluth aufwärts treibend, in der Nähe der Stelle des östlichen Hafenkopfes. Gerade dieser sollte zuerst erbaut werden, weil die grofse Tiefe sich ihm schon am meisten genähert hatte und weil die Baggerung für den westlichen Hafenkopf zu umfangreich war, um bis zum Mai vollendet werden zu können. Zunächst schien die Sache auch nicht bedenklich, denn die Nordische Bergungsgesellschaft, die den Dampfer zu heben übernommen hatte, versicherte, es sei sehr leicht, damit fertig zu werden. Am 14. März wurde der Dampfer auch wirklich gehoben, sank aber wieder weg und zwar unglücklicherweise gerade unter dem künftigen Hafenkopfe. Dasselbe wiederholte sich noch einmal, und das Ende war, dafs die Wasserbaubeamten Hamburgs und der Unternehmer am 13. Juni erklärten, es sei nun zu spät geworden, um im Jahre 1891 noch mit dem Versenken des grofsen Kastens beginnen zu können. Es nützte nun nichts mehr, dafs die Platessa am 20. Juni abermals gehoben und von dem Platze, den sie fast ein halbes Jahr behauptet hatte, weggeschleppt wurde.

Der Rest des Jahres verging mit dem Aufstapeln unendlicher Materialmengen und mit Verhandlungen über Abschlagszahlungen, die der geschädigte Unternehmer mit Recht beanspruchen konnte.

Am 29. April 1892 lief der quer auf den Helgen erbaute Senkkasten glücklich von Stapel und lag mit seinem Inhalte von 270 cbm Beton und 9,5 m hohen Wänden 0,97 m tief im Wasser. Mit weiteren 1630 cbm Beton wurde sein Tiefgang auf 4,06 m gebracht, und bei diesem Tiefgange hielt man seine Schwimmsicherheit für genügend, um ihn nach Cuxhaven schleppen zu können. Wegen seiner unregelmäfsig abgerundeten Enden war er mit hölzernen Vorköpfen, die auf 90° zugeschärft waren, versehen worden. Am 30. Mai, morgens 3 Uhr, trat er seine Reise im Reiherstieg bei Hamburg an, und drei Stunden dauerte es, bis ihn seine fünf Schleppdampfer nach St. Pauli gebracht hatten. Abends 6¾ Uhr traf er drei Stunden nach Hochwasser, also bei lebhafter Ebbströmung, in Cuxhaven ein. Zwei starke Pfahlbündel waren 70 m von einander und 16 m von seiner Binnenkante entfernt eingerammt, an denen er vorläufig hätte befestigt werden können; Anker lagen im Grunde, deren Taue ihm hingereicht werden sollten. Allein es klappte nicht. Der Kasten kam dem Lande zu nahe, zerbrach fünf Pfähle und gerieth an Grund. Die Dampfer bemühten sich, ihn wieder abzubringen, aber nachdem das glücklich gelungen war, trieb er stromabwärts weg, ehe sie ihn zu stoppen vermochten. Ungefähr 2000 m schwamm der Kolofs führerlos der See zu, und wenn die Reede nicht gerade ganz frei von Schiffen gewesen wäre, hätten sich folgenschwere Zusammenstöfse ereignen können. So aber ging alles gut, und am anderen Morgen lag der Kasten wohlbehalten vor seinen sechs Ankern; stromab und stromauf vor Ankern von 1000 kg Gewicht an 60 mm starken Stahltrossen und querab an leichteren Befestigungen. Vom westlichen der beiden schon erwähnten Pfahlbündel führte eine feste Holzbrücke nach dem 70 m entfernten Deiche und eine bewegliche Brücke nach dem Kasten, an dem sie befestigt war, um sich bei dem wechselnden Wasserstande mit ihm zu heben und zu senken. Ein starker Balken, der vom östlichen Pfahlbündel nach dem Kasten führte, hatte den Zweck, ihn auch auf diesem Ende im richtigen Abstande vom Ufer zu erhalten.

Ueber der Holzbrücke war am Deich und in gleicher Höhe mit ihm eine Bühne für die beiden Betonmischmaschinen erbaut. Unter dieser Bühne, auf der niedrigeren Holzbrücke liefen auf Schienen die Eimer, die auf einer Seilbahn den Beton, mit dem sie unmittelbar aus der Mischmaschine gefüllt wurden, dem Senkkasten zuführten. Auf diesem angelangt, wurden sie in die Tiefe hinuntergelassen, wo sie auf Schienen nach allen Theilen des Kastens hingerollt werden konnten. Die entleerten Kasten wurden durch das Gewicht der vollen wieder emporgezogen und kehrten auf der rücklaufenden Hälfte des Seiles wieder nach der Mischmaschine zurück. Von der Mischmaschine 250 m westlich entfernt war eine Landungsbrücke erbaut, an der die Materialien im Quarantänehafen gelöfst werden konnten. Am Kopfe dieser

Brücke stand eine Dampfmaschine, durch die mehrere Kettenbahnen getrieben wurden: eine, die die Materialien über die Brücke nach dem südlich belegenen Lagerplatze beförderte, und eine zweite, durch die sie nach der Mischmaschine gefahren wurden. Diese und die Seilbahn wurden ebenfalls durch Dampf bewegt; nur die Beförderung der Betoneimer im Kasten selbst geschah durch Arbeiter.

All diese Einrichtungen waren vom Unternehmer mit grofser Umsicht getroffen worden und bewährten sich vortrefflich. Am 25. Juni konnte die Betonfüllung des Kastens wieder aufgenommen werden, und bis zum 15. August wurden etwa 3200 cbm Beton eingebracht, wodurch der Kasten bis 9,32 m über dem Boden gefüllt und sein Tiefgang auf 10,31 m gewachsen war. Zweimal während dieses Zeitraums mufste die Arbeit unterbrochen werden, einmal auf sechs Tage, um die Hängebahn im Kasten, auf der die Betoneimer liefen, von 7,5 nach 11,5 m über dem Boden zu verlegen, und das andere Mal auf elf Tage, um den Kasten bis zur vollen Höhe von 15,5 m über dem Boden aufzubauen und um die Ankertrossen nach der Oberkante des Kastens zu schaffen. Nach Abzug dieser Pausen sind in jeder Arbeitsstunde etwa 10 cbm oder 48 Eimer Beton befördert worden; wenn gar keine Störungen eintraten, stieg die Eimerzahl auf 60 in der Stunde.

Am 15. August trat eine Unterbrechung unerfreulicher Art ein. Das Strombett hatte sich unter dem Kasten vertieft und zwar durchschnittlich um 20 cm, stellenweise um 50 cm. Die dadurch entstandenen Unebenheiten mufsten beseitigt werden, um so mehr als der Kasten noch wochenlang schwimmen oder abwechselnd schwimmen und festsitzen sollte, wobei die Vertiefung in bedenklicher Weise hätte zunehmen können. Da dieser Fall im Bauvertrage vorgesehen worden war, wurde der Unternehmer veranlafst, den Kasten erst um 3 m landwärts und dann um ebensoviel stromwärts zu verlegen. Die dadurch freiwerdenden Streifen des Strombettes wurden nach einander vorsichtig mit Steinen beschüttet, von denen 225 cbm erforderlich waren, um eine Erhöhung des Grundes von — 11,72 auf 11,54 m zu bewirken. Sorgfältige Tiefenmessungen ergaben zwischen den durchschnittlichen Höhen der beiden Streifen nur einen Unterschied von einem einzigen Millimeter.

Am 1. September konnte die Betonfüllung wieder fortgesetzt werden, und obgleich die in der Höhe von 9,7 m über dem Boden beginnende Granitverblendung die Arbeit erschwerte, weil die Werkstücke namentlich auf den abgerundeten Enden des Hafenkopfes häufig nachgearbeitet werden mufsten, trat doch schon am 21. September der ersehnte Augenblick ein, der den Senkkasten zum letzten Male schwimmen sah. Beton und Werkstücke waren 11,7 m hoch eingebracht, und der Kasten war noch flott mit einem Tiefgange von 14,16 m. Dieser, im Verhältnifs zur Höhe des Mauerwerkes programmwidrig grofse Tiefgang war dadurch absichtlich veranlafst, dafs auch in die Hohlräume Beton geschüttet worden war, um die Zeit nicht zu verlieren, während der auf Werkstücke gewartet werden mufste. Der Inhalt und das nach dem verdrängten Wasser berechnete Gewicht des Kastens betrugen im Augenblicke des Festwerdens:

6338 cbm	Beton zu 2,1 t	13309,8 t
143 „	Granit zu 2,8 t	400,4 „
	Holz und Eisen, Drahtseile, Geräth, Hütten, Schienen	477,8 „
	Zusammen	14188,0 t.

Ein riesiger Grundstein, vielleicht unübertroffen an Mafs und Gewicht! Andere Ermittlungen ergeben für den Beton ein ähnliches Einheitsgewicht, denn der Ziegelbrockenbeton wog frisch 1997 und trocken 1859 kg/cbm, der Kiesbeton frisch 2320 und trocken 2185 kg. Da etwa 31 v. H. Ziegelbeton und 69 v. H. Kiesbeton verwandt worden sind, so kann man, da ein halbtrockener Zustand vorausgesetzt werden mufs, für ersteren das Einheitsgewicht 1,9 und für letzteren 2,2 annehmen, woraus sich als Durchschnittsgewicht 2,1 ergiebt.

Durch Tag- und Nachtarbeit wurde jetzt die Füllung des Kastens beschleunigt, und am 5. November war das Mauerwerk bis 15,2 m über dem Boden fertig. Dann wurde sogleich begonnen, Sand in die Hohlräume zu schütten, um diese mit einer Betonschicht von 0,5 m Stärke schliefsen zu können. Als die Hohlräume zur Hälfte gefüllt waren, überschwemmte eine Sturmfluth am 30. November den Kasten. Da die unteren Ankerreihen sämtlich weggenommen worden waren, um den Beton und namentlich die Granitverblendung nicht zu unterbrechen, safs nur noch die oberste, unmittelbar über dem fertigen Mauerwerk befindliche Ankerreihe. Sowie das Wasser Zutritt zwischen den Kastenwänden und dem Mauerwerk gefunden hatte, rissen sämtliche Anker, und die 15,5 m hohen Eisenwände wurden von den Wellen hin und hergeschleudert, wobei sie nur einen Halt an den gebogenen Enden des Kastens fanden. Durch die Reste der Ankerstangen, die die heftigen Bewegungen der Wände mitmachten, wurde die oberste Granitschicht stellenweise so stark beschädigt, dafs einzelne Werkstücke ausgewechselt werden mufsten. Weiterer Schaden entstand nicht, aber man begann schleunigst die oberen Plattengänge des Kastens wegzunehmen und beseitigte bis zum 28. December 90 m der Aufsenseite bis zur Niedrigwasserhöhe. Inzwischen waren auch die Hohlräume vollends mit Sand gefüllt und die Betonschicht darüber gestampft, sodafs am Jahresschlufs der Hafenkopf eine ebene Fläche in der Höhe von 3,5 m über Niedrigwasser bildete, wobei erwähnt werden mufs, dafs der Kastenboden, der am 16. September auf — 11,48 m safs, sich schon bis — 11,72 m gesenkt hatte.

Inhalt und Gewicht des Hafenkopfes waren um diese Zeit:

390,0 cbm	Granit zu 2,8 t	1092,0 t
11873,0 „	Beton zu 2,1 t	24933,3 „
2,5 „	eiserne Streichpfahlkasten	12,5 „
2597,5 „	Sand in den Hohlräumen zu 1,9 t .	4935,2 „
	Gewicht des Kastens etwa	343,0 „
14863,0 cbm	Zusammen	31316,0 t.

Die Standfestigkeit des frei im Strome stehenden Bauwerkes war in diesem Zustande schon so grofs, dafs der Eisgang des Winters nicht die leiseste Erschütterung darin hervorzubringen vermochte.

Sobald der Kasten fest auf dem Grunde safs, wurde er auf seiner Vorderseite und auf den Enden mit einer 3 m hohen zweifüfsigen Steinböschung beschüttet; ebenso wurde auf der Landseite die gebaggerte Rinne mit Sand ausgefüllt, soweit die Rücksicht auf die Pfahlroste der kleinen Senkkasten das gestattete. Die Pfähle für diese Kasten und für die schräge Mauer wurden gröfstentheils noch in diesem Jahre gerammt.

Im Jahre 1893 wurde das Mauerwerk über dem grofsen Kasten bis + 5 m hochgeführt. Die beiden kleinen Senkkasten kamen zu Platz, und ihr Mauerwerk, ebenso wie das der schrägen Mauer und der Fugen zwischen den Kasten wurde fertig. Das

Blech von der Aufsenseite des grofsen Kastens wurde mit Taucherhülfe unter grofsen Beschwerden bis 2 oder 3 m unter Niedrigwasser beseitigt. Das Uferdeckwerk wurde an die schräge Mauer geschlossen und die Hinterfüllung des Hafenkopfes geschüttet, von + 3,5 m an der schrägen Mauer bis + 0,5 m am Treppenkasten abfallend. Zur Hinterfüllung mufste der feine blaue Sand benutzt werden, dessen üble Eigenschaften vielfach Hindernisse bereiteten. Wenn abends der frisch geschüttete Damm Schienengleise trug und befahren werden konnte, so fand man ihn morgens nicht wieder, weil der Sand sich durch den Einflufs des Wassers fast wagerecht in der Tiefe ausgebreitet hatte. Dadurch drohten die Pfahlroste der Senkkasten, bevor diese versenkt waren, zu versanden, und mehrmals wurde es nothwendig, Steindämme zu ihrem Schutze zu schütten oder durch Baggerung die verlorene Tiefe wieder herzustellen.

Der Bauvertrag über den westlichen Hafenkopf war bereits am 8. December 1892 mit demselben Unternehmer abgeschlossen worden, indes für eine etwas höhere Summe, um ihn für die Wartezeit des Jahres 1891 zu entschädigen. Durch die Erfahrungen beim Bau des östlichen Hafenkopfes belehrt, ging man bei dem westlichen etwas anders vor. Durch die Baggerung von 18 276 cbm, die in den Jahren 1890 bis 1893 gehoben wurden (beim östlichen nur 10 491 cbm), wurde das Strombett unter dem Hafenkopfe bis — 11,6 m vertieft. Die dadurch hergestellte ebene Fläche sollte mit einer 30 cm dicken Steinschicht bedeckt werden, was auf folgende, auch schon beim östlichen Hafenkopfe angewandte Weise bewerkstelligt wurde. Hinter dem Heck eines niedrigen Fahrzeuges wurde durch überragende Balken ein offenes Rechteck gebildet, das durch ein bewegliches Brett überbrückt werden konnte. Durch Verschieben des eingetheilten Brettes erhielt man nach einander eine Anzahl von Rechtecken gleicher Gröfse, für die die erforderliche Steinmenge berechnet worden war. Mit Eimern von bekanntem Inhalt wurde in jedes Rechteck die berechnete Steinmenge geschüttet, und wenn die Strömung nicht gewesen wäre, hätte dadurch eine ebene Steindecke erzeugt werden müssen. Die Strömung vertrieb aber die Steine, und obgleich die Abtrift so genau wie möglich durch Versuche festgestellt worden war, blieb doch eine Berichtigung erforderlich. Man ermittelte also durch sorgfältige Peilungen die Höhe des Grundes, die dann nöthigenfalls entweder durch erneute Baggerung oder durch erneute Steinschüttung auf das richtige Mafs gebracht wurde. Auf diesem Wege gelang es, die 140 m lange und 14 m breite Steinschüttung, mit ganz geringen Abweichungen im einzelnen, auf die durchschnittliche Höhe von — 11,204 zu bringen.

Der Senkkasten traf am 9. Mai in Cuxhaven ein, safs am 16. August endgültig fest und lief am 25. September bei einer Sturmfluth ebenfalls voll Wasser. Die Anker unterhalb der Granitverblendung waren diesmal eingemauert, und die oberste Ankerreihe war verstärkt. Dennoch rifs diese wiederum, und der Kasten wurde leck. Das Mauerwerk war schon bis reichlich 2 m über Niedrigwasser aufgeführt, nur an einer Stelle fehlten einige Granitwerkstücke in der Niedrigwasserlinie. Dadurch war hier eine Lücke geblieben, die sich nach beiden Seiten treppenförmig erweiterte. Die Leckstelle war nicht zu finden, und man wufste nicht, wie die Lücke ausgefüllt werden könnte. Da geschah ein Wunder! Während der Ebbe stand das Wasser 2 m hoch in der Lücke, aber mit der steigenden Fluth verschwand es, und die Lücke konnte ungestört innerhalb weniger Tiden ausgemauert werden. Eine Erklärung für diese ebenso räthselhafte wie willkommene Erscheinung fehlte, man vermuthete aber folgenden Hergang: Der Druck der Ebbströmung kann derart auf die Kastenwände gewirkt haben, dafs die Leckstelle offen war und das Wasser in den Kasten treten mufste; während der nach Richtung und Stärke abweichenden Fluthströmung kann sich nicht nur die Leckstelle geschlossen haben, sondern auch die Kastenwände können sich soviel weiter vom Mauerwerk entfernt haben, dafs die verhältnifsmäfsig geringe Wassermenge, die sich in der Lücke befand, in den Raum zwischen Mauerwerk und Kastenwand abfliefsen konnte. Ob diese Erklärung richtig ist, bleibt zweifelhaft, aber irgend eine mufs jedenfalls vorhanden sein, denn die Thatsache selbst steht unwiderleglich fest. Die Füllung des Kastens konnte also ohne Verzug fortgesetzt werden, und am 23. October war sie, ohne Nachtarbeit, bis zur Höhe von 15,2 m über dem Boden beendet. Am Jahresschlufs waren auch die Hohlräume nahezu mit Sand gefüllt, und die Blechwände des Kastens waren bis auf Niedrigwasser beseitigt. Der Kastenboden, der am 1. August auf — 11,23 m gesessen hatte, lag auf — 11,4 m. Die Pfähle für den Treppenkasten und für die schräge Mauer waren gerammt und abgeschnitten, der Anschlufskasten war bis + 0,88 m hoch gemauert. Die Steinschüttungen am grofsen Kasten und unter den kleinen Senkkasten waren gemacht, und die gebaggerte Rinne hinter dem ersteren war mit 1900 cbm Baggersand, der von Blankenese herangeschleppt wurde, bis — 6 m ausgefüllt. In dieser Höhe war nämlich auch die Steinschüttung unter dem künftigen Uferdeckwerk bis an den Hafenkopf herangeführt.

Im Jahre 1894 wurden vom östlichen Hafenkopf das Mauerwerk über dem grofsen und dem Treppenkasten bis zur vollen Höhe von + 8 m gebracht; auch das Häuschen für das Hafenfeuer und den Fluthmesser wurde aufgestellt. Im Herbste wurde das Eisenblech des grofsen Kastens auf 16 m Länge bis — 8 m beseitigt. Im Mai wurde der Hafenkopf bis + 4,5 m hinterfüllt; der Sand senkte sich aber noch zu stark, um in demselben Jahre Mauerwerk darauf gründen zu können. Das östliche Uferdeckwerk wurde bis + 4,5 m fertig.

Vom westlichen Hafenkopfe wurde im Jahre 1894 das Mauerwerk über den drei Senkkästen und die schräge Mauer bis + 5 m vollendet. Die Platten des grofsen Kastens wurden auf 106 m Länge bis — 7,79 mit Hülfe von Tauchern und einer wagerechten Dampfkreissäge weggenommen. Die Hinterfüllung wurde bis Niedrigwasser mit 5600 cbm Baggersand und von da bis + 4,6 m mit blauem Sande geschüttet. Das westliche Uferdeckwerk wurde in derselben Höhe bis an den Hafenkopf geführt.

Im Jahre 1895 wurden vom östlichen Hafenkopfe die noch fehlenden Theile: die grofse Treppe, der gedeckte Gang und die Betonschüttung für den Asphalt zwischen diesen Theilen, der schrägen Mauer und dem Mauerwerk des grofsen Senkkastens hergestellt. Auch der registrirende Fluthmesser von Kappert in Bremen kam versuchsweise in Betrieb, hatte aber so ungenügende Ergebnisse, dafs er später wieder beseitigt wurde. Das Blech des grofsen Kastens wurde auf einer Strecke mit einer Dampfkreissäge auf — 8 m abgesägt, dann stückweise senkrecht abgeschrotet und gehoben, wobei die unausgesetzte Mitwirkung von ein oder zwei Tauchern nothwendig war. Auf 68 m Länge war aber der untere Theil des bereits vor zwei Jahren bis — 2 m abgenommenen Bleches vollständig umgeklappt und lag mit seiner

oberen Kante auf der Steinböschung. Versuche, mit einer senkrecht wirkenden Kreissäge das Blech abzuschneiden, mifslangen, weil die Säge das in der Nähe des Mauerwerkes schräg ansteigende Blech nicht anfassen wollte. Man liefs deshalb den zwei Tonnen schweren Greifer des Greiferbaggers auf das Blech fallen und rammte es dadurch nieder, was nach wiederholten Anstrengungen, die durch genaue Tiefenmessungen unterbrochen wurden, zu dem gewünschten Ziele führte.

Der westliche Hafenkopf wurde im Jahre 1895 ebenso weit gebracht, wie der östliche, und von beiden fehlte am Ende des Jahres nur der Asphalt und ein Theil der verzinkten Eisengeländer.

Diese fehlenden Theile wurden im Jahre 1896 ausgeführt. Der Asphalt mufste aber schon im Jahre 1897 ausgebessert werden, weil das auf dem Sande gegründete Mauerwerk, namentlich die grofse Treppe, sich stärker gesetzt hatten, als erwartet worden war. Hinter dem östlichen Hafenkopf wurden gleich nach seiner Hinterfüllung kleine Pfähle zum Messen der Senkung des Sandes eingeschlagen, und auf einer Stelle war ein Ziegelsteinhaufen von der Höhe der künftigen Treppe aufgeschichtet, um zu ermitteln, ob dadurch stärkere Senkungen bewirkt werden würden. Die Hinterfüllung hatte im allgemeinen die Höhe von 16 m, bei den Ziegelsteinen aber von 19 m. Die monatlichen Senkungen, die in beiden Fällen dieselben waren, betrugen in den Monaten Juni 1894 bis Februar 1895: 15, 15, 10, 5, 7, 5, 7, 4 und 2 mm. Nach diesen Ergebnissen glaubte man, mit dem Mauerwerk auf der Sandschüttung vorgehen zu dürfen, war aber einigermafsen enttäuscht, als die Senkungen nach seiner Ausführung wuchsen statt abzunehmen, wie sich aus folgender Zusammenstellung ersehen läfst.

Oestlicher Hafenkopf.		Westlicher Hafenkopf.	
Senkungen am Hafenkopf.			
1895. Mai 10. bis Dec. 31.	109 mm	1895. Mai 14. bis Dec. 31.	96 mm
im Jahre 1896 . . .	69 „	im Jahre 1896 . . .	48 „
„ „ 1897 . . .	36 „	„ „ 1897 . . .	30 „
Zusammen	214 mm	Zusammen	174 mm
Senkungen vor der Treppe.			
1895. Mai 10. bis Dec. 31.	166 mm	1895. Mai 14. bis Dec. 31.	185 mm
im Jahre 1896 . . .	96 „	im Jahre 1896 . . .	74 „
„ „ 1897 . . .	37 „	„ „ 1897 . . .	31 „
Zusammen	299 mm	Zusammen	290 mm
Senkungen der untersten Treppenstufe.			
1895. Mai 10. bis Dec. 31.	180 mm	1895. Juni 7. bis Dec. 31.	178 mm
im Jahre 1896 . . .	95 „	im Jahre 1896 . . .	75 „
„ „ 1897 . . .	45 „	„ „ 1897 . . .	34 „
Zusammen	320 mm	Zusammen	287 mm
Senkungen der obersten Treppenstufe.			
1895. Mai 10. bis Dec. 31.	241 mm	1895. Juni 6. bis Dec. 31.	230 mm
im Jahre 1896 . . .	110 „	im Jahre 1896 . . .	90 „
„ „ 1897 . . .	56 „	„ „ 1897 . . .	40 „
Zusammen	416 mm	Zusammen	360 mm

Durch diese unerwarteten Senkungen wurde es nothwendig, den Beton vor den grofsen Treppen im Jahre 1896, ehe der Asphalt aufgebracht wurde, nachzuhöhen, wobei die unterste Stufe dieser Treppe leider verschwand. Die Treppen blieben sonst unversehrt, aber im Mauerwerk unter dem hohen Gange entstanden Risse, die übrigens unschädlich waren. Die Senkungen und Risse hätten sich durch ein festes Fundament mit Leichtigkeit gröfstentheils vermeiden lassen, allein das unterblieb, weil die Kosten für jeden Hafenkopf sich dadurch mindestens um 100 000 ℳ erhöht haben würden.

Die Hafenköpfe selbst, d. h. die in den grofsen Senkkasten gegründeten Theile, setzten sich auch nicht unerheblich:

Senkungen der Stromseite

des östlichen Hafenkopfes.	mm	des westlichen Hafenkopfes.	mm
1892. Dec. 6. bis 1893 Dec. 31.	90	1893. Dec. 15. bis 1894 Dec. 31.	41
im Jahre 1894	20	im Jahre 1895	15
„ „ 1895	19	„ „ 1896	8
„ „ 1896	11	„ „ 1897	6
„ „ 1897	4		
Zusammen	144	Zusammen	70

Die Landseite hat sich um 50 bis 60 mm weniger gesenkt und steht schon seit Jahren fest. Die Unterkante der Stromseite des östlichen Hafenkopfes liegt 30 cm unter der ursprünglichen Oberkante der Steinschüttung, die des westlichen Hafenkopfes nur 13 cm. Dementsprechend liegt die Oberkante der Stromseite des ersteren auf + 4,855 m, die des letzteren auf + 5,074 m, obgleich dieser nur 16,5 m, jener dagegen 16,7 m hoch ist. Die ausgedehntere Steinschüttung unter dem westlichen Hafenkopfe macht sich in seinen Senkungen im günstigen Sinne bemerkbar, ebenso wie die Verwendung des scharfen Baggersandes in den Senkungen der übrigen Theile des Mauerwerkes.

Der grofse Druck der Erde und des Mauerwerkes, zusammen 19,5 m hoch, den die Hafenköpfe auf ihrem mittleren Theile auszuhalten haben, ist ebenfalls nicht ohne sichtbare Folgen geblieben: Die Oberkante der Stromseite des östlichen Hafenkopfes ist bis zu 138 mm, die des westlichen bis zu 74 mm ausgebaucht. Auf der Stromseite des östlichen sind vier Risse, zusammen etwa 32 mm weit, auf der Stromseite des westlichen ist ein Rifs von 26 mm Weite. Im mittleren Theile der Hafenköpfe beträgt aber auch der rechnungsmäfsige Druck auf die vordere Unterkante 4,1 kg/qcm und auf die hintere 3,5 kg/qcm.

Bau der Mauern aufsendeichs. Zur Verbindung des östlichen Hafenkopfes mit dem Ufer war die Erbauung des östlichen Uferdeckwerkes und der östlichen Kajemauer aufsendeichs dringend nothwendig, und obgleich über die Bauart der Mauern im allgemeinen noch keine Entscheidung getroffen worden war, wurde für die fragliche Strecke vorweg die von der Hafenkante um 9 m zurückliegende und auf — 6 m zu gründende Brunnenmauer (Abb. 1 Bl. 47) beliebt, wobei die Bestimmung über das Material der Brücke vor dieser Mauer, ob Holz oder Eisen, noch vorbehalten blieb.

Am 4. Juli 1892 wurde mit einem Unternehmer ein Bauvertrag abgeschlossen, der die Ausführung der einschliefslich des Anschlufskastens 102,65 m langen Mauer und die Erdförderung zur Hinterfüllung der Mauer, des Hafenkopfes und des Uferdeckwerkes umfafste. In dem Vertrage war bestimmt, dafs der Hinterfüllungsboden aus dem etwa 18 ha grofsen Hafenloche herbeizuschaffen sei, das zu dem Zwecke leergepumpt und dann in der für den neuen Hafen erforderlichen Ausdehnung mit einem niedrigen Erddamm umgeben werden sollte. Bei der weiteren Ausgrabung war es dann nur nöthig, etwa die Hälfte des Hafenloches wasserfrei zu halten. Das Wasser im Hafenloche, das durch ein Klappsiel mit der Elbe in Verbindung stand, stand ungefähr auf + 1 m und wurde um 3 m gesenkt. Am 13. September, nach Vollendung der Dämme im Hafenloch, wurde zum ersten Male Hinterfüllungsboden mit Locomotiven über den Deich gefördert. Mitte November waren die 81 Pfähle für den Anschlufskasten gerammt, und der Kasten selbst lag

fertig im Hafen. Abgeschnitten wurden die Pfähle erst im nächsten Jahre.

Langsamer ging es mit den 14 Brunnen, die mit den zwischenliegenden Fugen die Mauerlänge von 87,9 m liefern sollten. Zunächst mufste zur Sicherung des Deiches gegen Unterspülung eine Spundwand quer zur Mauer geschlagen werden, und dann mufsten auf beiden Seiten der künftigen Mauer Gerüste zum Tragen der Brunnenkränze und zur Materialförderung hergestellt werden. Am 19. und 27. September wurden die Betonkränze für die Brunnen I und III im Schutze des alten Klopfdammes (Lageplan Abb. 2 Bl. 46) auf dem hohen Watt gemacht und nach gehöriger Erhärtung übermauert, worauf mit der Versenkung begonnen werden konnte. Der Unternehmer grub zuerst die Erde aus und unter den Brunnen weg, um sie zum Sinken zu bringen, allein dieses Verfahren schien ihm bald zu gefährlich, weil bisweilen Durchbrüche des Wassers von aufsen nach innen erfolgten, die den Brunnen in wenigen Augenblicken mit Wasser füllten und die Arbeiter zur Flucht zwangen. Am 20. October liefs der Unternehmer trotz dringenden Abmahnens Verticalbagger in den Brunnen aufstellen, erreichte damit aber sehr wenig, weil die Baggereimer in den steinharten Sand nicht genügend eindrangen. Am 19. December entschlofs er sich zu einem Versuche mit dem im Bauvertrage empfohlenen Verfahren, das in Calais (Centralbl. der Bauverwaltung Jahrg. 1890 S. 68) mit gutem Erfolge zur Anwendung gekommen war. Mit einer Pumpe wurde durch mehrere Röhren Wasser in die Brunnen gepumpt, das eine zweite Pumpe mit dem durch das Einpumpen des Wassers aufgerührten Sande wieder hinausschaffte. Dabei war aber der Fehler gemacht worden, die Spülpumpe zu schwach zu wählen, denn sie lieferte nur ein Drittel des Wassers, das die Kreiselpumpe hätte bewältigen können. Das Ergebnifs war denn auch ebenfalls sehr mangelhaft und nach mehr als dreimonatiger Arbeit waren die beiden Brunnen am Jahresschlufs erst bis — 3,4 m und — 3,5 m gesenkt worden.

Im Jahre 1893 ging es nicht besser. Mitte Februar wurde zwar das erstgenannte Verfahren wieder aufgenommen, aber mit dem Unterschiede, dafs nur bei halber Tide oder bei niedrigerem Wasserstande in den Brunnen gegraben wurde, um den äufseren Druck des Wassers in mäfsigen Grenzen zu halten, und es ging vorwärts, jedoch durch andere Fehler und Nachlässigkeiten wurde der Vortheil wieder eingebüfst. Laut Bauvertrag sollten die Brunnenkränze auf dem über Hochwasser liegenden Gerüst angefertigt und dann mit Winden auf den in der Höhe von + 1 m liegenden oder bis dahin aufzuhöhenden Grund hinabgelassen werden. Es war aber bequemer, die Kränze gleich auf dem Boden zu machen, und bei den ersten Brunnen war das auch zulässig, weil der Grund hoch lag und der alte Klopfdamm den Wellenschlag abhielt. Aufserhalb des Klopfdammes hätte es nur dann gut gehen können, wenn der frische Brunnenkranz durch geeignete Mittel gegen die Berührung mit dem Wasser geschützt worden wäre. Daran liefs der Unternehmer es aber fehlen. Schlechte Bretter, die der Seegang hin- und herbog, und etliche Sandsäcke sollten das Wasser abhalten, vermochten es aber nicht, und die Folge war, dafs die Kränze ausgespült wurden, Risse bekamen oder ganz zerbrachen. Ein Brunnen, der schon 3 oder 4 m hoch war, sollte versenkt werden, und man begann zu graben. Man grub aber nicht inwendig, sondern auswendig, und als der Brunnen sank, keilte der pyramidenförmige Erdklotz im Innern die Brunnenwände auseinander, und der Brunnen mufste wieder abgebrochen werden. Andere zerbrachen beim Niederlassen vom Gerüst wegen unzulänglicher Winden, und im ganzen sind neun Kränze oder schon höher aufgemauerte Brunnen unbrauchbar geworden, wobei etwa 170 cbm Mauerwerk verloren gingen. Ende März und Anfang April waren die beiden ersten Brunnen bis zur vorschriftsmäfsigen Tiefe von — 6 m versenkt, und es hatte sich dabei die erfreuliche Thatsache herausgestellt, dafs der Wasserzudrang im Innern des Brunnens vollkommen aufhörte, sowie die Unterkante der Brunnen den Klei erreicht hatte. Man konnte sie also mit völliger Ruhe im trocknen mit Beton füllen. Nachdem am 31. Mai der Anschlufskasten versenkt worden war, wurde von der Bauverwaltung eine 37 m lange Spundwand längs der Aufsenkante des Brunnengerüstes geschlagen und an den Anschlufskasten geschlossen; sie hatte den Zweck, das Wegtreiben des Sandes, das grofse Ausdehnung anzunehmen drohte, zu verhüten und sollte zugleich den Unternehmer unterstützen. Ein Theil der Brunnenkränze wurde nun auf Holzrahmen gesetzt, die mit dem Mauerwerk verankert wurden, und viele Brunnen wurden zur Beförderung des Sinkens mit Eisen belastet, der letzte sogar mit 56 t, aber das alles förderte auch nicht wesentlich.

Am Ende des Jahres waren sämtliche Brunnen bis zur vollen Tiefe hinunter, aber erst 13 davon gefüllt, und die Vollendung der ganzen Mauerstrecke erfolgte erst am 10. Mai des nächsten Jahres.

Inzwischen war am 14. Februar 1893 die Genehmigung der vorgelegten Entwürfe zu den Mauern binnendeichs, der westlichen Mauer aufsendeichs und der Holzbrücken vor den Brunnenmauern erfolgt, und infolge eines Ausschreibens wurde der Baufirma Holzmann u. Co. in Frankfurt a. M. die Ausführung sämtlicher noch rückständigen Mauern, Erdarbeiten, Brücken usw. für die Summe von etwa $3^{1}/_{2}$ Millionen Mark am 1. Mai 1893 übertragen. Die Bestimmungen des Bauvertrages über die Brunnenmauer nebst Anschlufskasten, zusammen 83,75 m lang, waren dieselben wie für die östliche Mauer, aber es zeigte sich bald, dafs die Bauleitung nicht dieselbe war. Im Juni war schon die Spundwand am Deich fertig, im folgenden Monate die auf Deichhöhe liegenden Gerüste zu beiden Seiten der Brunnenmauer, und am 22. August wurde der erste Brunnen begonnen. Mitte September waren dieser und der dritte Brunnen bis zur Tiefe von — 6 m gesenkt und bis + 3 m mit Beton gefüllt. Am 13. December waren neun Brunnen ebenso weit, und die beiden noch übrigen blieben dem nächsten Jahre vorbehalten.

Mit ähnlicher Schnelligkeit wurde der Anschlufskasten erbaut. Im October wurde schon mit dem Abschneiden seiner Pfähle begonnen, und nachdem die Zwischenräume der Pfähle mit Steinen ausgefüllt waren, wurde der Senkkasten am 13. November mit 2,87 m Tiefgang zu Platz gebracht und am 1. December bis + 0,88 m vollendet.

Für den Senkkasten war die Arbeit dadurch etwas erleichtert, dafs man statt der sechs kreisrunden Hohlräume, die theils durch Ziegelmauerwerk und theils durch Beton gebildet wurden, fünf viereckige Hohlräume gewählt hatte, wobei auf die Verwendung von Beton ganz verzichtet worden war. Ebenfalls war die Versenkung der Brunnen durch abweichende, vom Unternehmer getroffene Einrichtungen erleichtert und sicherer gemacht worden. Das Verfahren des Senkens selbst blieb zwar das alte, nämlich Ausgraben der Erde durch Handarbeit und Aufwinden

der ausgegrabenen Erde in Kübeln, aber die Brunnenkränze waren verändert, und die Brunnen wurden während der Versenkung von sechs Schraubenspindeln getragen, wodurch sie stets sicher geführt und vor dem Schieffallen geschützt wurden. Die Kränze bestanden aus liegenden I Trägern N.-Pr. Nr. 30, die durch ein aufsenliegendes, mit ihnen vernietetes Stehblech von 400 × 10 mm verstärkt waren. Auf den vier Ecken war der obere Flansch der Träger abgehauen, und ein Eckblech von 560 × 560 × 10 mm, mit einer unteren, zwischen den Flanschen liegenden Lasche vernietet, verband die einzelnen Träger. Auf vier Stellen der Langseiten und auf drei Stellen der Schmalseiten waren die I Träger mit den senkrechten Stehblechen mit Hülfe von Winkeleisen durch senkrechte Eckbleche mit einander verbunden. Durch 16 Anker von 2,2 m Länge und 30 mm Durchmesser war der Kranz mit dem aufgehenden Mauerwerk vereinigt. In den vier Ecken und in der Mitte der Langseiten waren in dem Mauerwerk, das ganz aus Ziegelsteinen bestand, Hohlräume für die Spindeln von 80 mm Durchmesser ausgespart, die aber, weil die Brunnen oben schmaler wurden, nur für den kleineren Theil der Brunnenhöhe nöthig waren. Die Brunnen wurden auf dem Gerüst bis 3 m Höhe aufgemauert und nach gehöriger Erhärtung an den Spindeln hinuntergelassen. Die Spindeln wurden erst losgeschraubt, wenn der Brunnen bis zur vollen Tiefe hinuntergebracht war. Das ganze Verfahren bewährte sich vortrefflich, obgleich der eiserne Kranz von 2750 kg Gewicht und die sehr sorgfältig gearbeiteten Spindeln mit Zubehör, die übrigens in diesem Falle bereits zum Inventar der Firma gehörten, als besondere Kosten in Rechnung gestellt werden müssen.

Im April des Jahres 1894 waren die beiden letzten Brunnen X und XI bis zur vollen Tiefe versenkt. Bei Brunnen XI erwies sich der Grund so weich, dafs beim Lösen der Spindeln die beabsichtigte Tiefe um 0,64 m überschritten wurde, und Brunnen X sank ebenfalls bis — 6,3 m. In jeden der beiden Brunnen wurden zur Vergröfserung der Tragfähigkeit vor der Betonfüllung vierzehn Pfähle bis — 10,7 m eingerammt und auf — 5,6 m abgeschnitten.

Das Entleeren der Fugen zwischen den Brunnen war ziemlich mühselig. Sie wurden vorne und hinten durch eingerammte Bohlen abgeschlossen, und dann wurde der Boden durch Spülen und Kratzen entfernt, worauf die Füllung mit Beton entweder im trocknen oder durch kleine Kasten, die sich unter Wasser öffnen liefsen, erfolgte. Das Mauerwerk der Brunnen und des Anschlufskastens war im December ganz fertig.

Beim östlichen Anschlufskasten war schon im Anfange des Sommers eine Ausweichung von etwa 13 cm bemerkt worden. Die Steinschüttung zwischen und vor den Pfählen sollte diese halten, allein das geschah in so geringem Grade, dafs sogar der 22 m lange Treppenkasten, der den Erddruck nur auf der schmalen Seite auszuhalten hatte, im Laufe der Jahre sich mindestens um 6 cm hafenwärts bewegte. Vor jedem der beiden Anschlufskasten wurden deshalb im Sommer sechs Böcke aus starken Pfählen gerammt, gegen die die Kasten abgestützt wurden. Dadurch wurde die Bewegung zwar nicht ganz verhindert, aber doch auf ein ungefährliches Mafs beschränkt, denn bei dem östlichen Anschlufskasten betrug die Ausweichung bis zum Ende des Jahres 1897 im ganzen etwa 20 bis 25 cm.

Die starke Nachgiebigkeit des Kleibodens machte sich auch bei den Brunnenmauern bemerkbar, denn diese senkten sich:

Im Jahre	1894	1895	1896	1897
Ostmauer .	vom 14. April bis 31. Dec. 26 mm	75 mm	86 mm	50 mm
Westmauer	vom 6. Sept. bis 31. Dec. 22 mm	41 mm	67 mm	44 mm

Die verhältnifsmäfsig starke Senkung im Jahre 1896 ist, wie die Einzelbeobachtungen ergeben, eine Folge der in demselben Jahre vorgenommenen Baggerung. Obgleich die Baggerung sich der äufseren Brunnenkante nur bis auf 9 m näherte und daselbst nur 0,5 tiefer als die Brunnensohle reichte, war doch in den der Baggerung folgenden Monaten eine merkliche Zunahme der Senkungen wahrzunehmen, die erst allmählich wieder einen langsameren Fortgang annahmen.

Bau der Mauern binnendeichs. Der am 1. Mai 1893 mit Holzmann u. Co. abgeschlossene Vertrag umfafste etwa 600 000 cbm Erdförderung, die Herstellung von 48 000 cbm Mauerwerk und die Rammung von mehr als 8000 Pfählen und 2500 m Spundwänden, alles einschliefslich der Lieferung der Materialien und des Eisenzeuges zu den Pfahlrosten, Pollern, Schiffsringen, Leitern und Streichpfählen. Die Unternehmer sollten die Baugrube bis — 4 m im trocknen ausheben, von — 4 bis — 6,5 m durch Baggerung und den gebaggerten Boden aufs Land heben und landwärts verfahren. Von — 6,5 bis — 9 m sollte der Boden staatsseitig gebaggert und aus den Baggerprähmen von den Unternehmern gehoben und weiter befördert werden. Mit Ausnahme dieser letztgenannten Leistung sollten sämtliche Arbeiten bis zum 31. December 1895, also in zweiunddreifsig Monaten, fertig sein. Die Unternehmer sollten sich auf eine Wasserförderung von 8 cbm in jeder Minute einrichten, hatten aber thatsächlich zu keiner Zeit mehr als höchstens die Hälfte dieses Quantums zu bewältigen. Lagerplätze für die Materialien standen auf der Westseite des Hafens in genügender Ausdehnung zur Verfügung, und auf der Südseite des Fischerhafens wurde eine Brücke in Deichhöhe zum Löfsen von Kies und Ziegelsteinen erbaut, auf der Ostseite eine zweite zum Aufwinden der Pfähle und Bauhölzer. Ein ausgedehntes Eisenbahnnetz, das bis zur Tiefe von — 4 m in den Hafen führte, wurde zur Erd- und Materialförderung angelegt und vorzugsweise mit Locomotiven befahren.

Nachdem der Boden unter einem Theile der westlichen Hafenmauer bis zur Tiefe von — 3 m entfernt worden war, wurde am 1. Juli mit dem Schlagen der Spundwände und am 1. August mit dem Rammen der Grundpfähle begonnen. Die Spundbohlen gingen zwar willig hinunter, allein in der ersten Zeit kam es mehrfach vor, dafs der Raum zwischen ihnen, der 1 m weit sein sollte, nach dem Ausgraben des Bodens zu gering ausfiel und bis auf 0,66 m sank. Auf verschiedenen Stellen, zusammen von 20 m Länge, mufste deshalb die hintere Spundwand zum zweiten Male gerammt und die zuerst gerammte wieder beseitigt werden. Später wurde gröfsere Vorsicht beim Absteifen angewandt, und der Raum zwischen Pfahl und vorderer Spundwand durfte nicht unter 30 cm, der zwischen Pfahl und hinterer Spundwand nicht unter 20 cm betragen. Nöthigenfalls wurden die Spundwände beim Pfahl etwas ausgehöhlt oder der Pfahl, der oben durchschnittlich 49 cm Durchmesser hatte, etwas abgearbeitet. Nachdem die Pfahlreihe zwischen den Spundwänden gerammt war, mufste der Boden zum zweiten Male bis zur richtigen Tiefe von — 8 m bis — 8,5 m ausgehoben werden, weil er wieder hochgerammt worden war, und zwar beispiels-

weise auf einer näher untersuchten Strecke um 44 cm. Es machte dann keine Schwierigkeit, den Beton im trocknen einzubringen, obgleich das durch die Fugen der Spundbohlen eindringende Wasser bisweilen unbequem wurde. Wegen der Enge des Raumes zwischen den Spundwänden, Pfählen und Steifen war eine unablässige Aufsicht bei diesen Arbeiten dringend erforderlich, allein bei verschiedenen Gelegenheiten erwies sich der Beton bis zur vollen Tiefe von — 8.5 m hinunter von tadelloser Beschaffenheit.

Die Pfähle, die mit Bären von 1250 und 1450 kg Gewicht mit 3 bis 3.5 m Fallhöhe eingeschlagen wurden, erlangten im allgemeinen eine grofse Festigkeit. Beispielsweise zogen von 407 beliebig ausgewählten Pfählen 386 bei den letzten zehn Schlägen 2 bis 30 cm, durchschnittlich 12 cm. Die übrigen 21 zogen aber in den letzten zehn Schlägen 31 bis 97 cm, durchschnittlich 52 cm. Anfänglich wurde, wenn ein Pfahl zu stark gezogen hatte, der nächste Pfahl länger genommen, allein es war dann oft unmöglich, ihn ganz wegzurammen, und er mufste abgeschnitten werden. Später schlug man, wenn ein Pfahl in den letzten zehn Schlägen mehr als 30 cm gezogen hatte, einen zweiten dahinter, und auf diese Weise wurden 106 überzählige Pfähle eingerammt. Die Ursache des leichteren Eindringens einzelner Pfähle blieb unbekannt, es stellte sich aber heraus, dafs sie bald ohne weiteres Zuthun einen festeren Stand annahmen; z. B. 15 Pfähle, die in den letzten zehn Schlägen durchschnittlich 66 cm gezogen hatten, wurden am folgenden Tage nachgerammt und zogen dann durchschnittlich nur noch 48 cm in zehn Schlägen. Spuren von ungenügender Festigkeit des Pfahlrostes sind auch später nirgends zu Tage getreten.

Bis zum Schlusse des Jahres 1893 waren 1500 Pfähle und 1400 m Spundwände gerammt; auf 459 m Länge war der Beton zwischen den Spundwänden bis — 3 oder — 3,5 m eingebracht. Im Jahre 1894 wurden 5500 Pfähle und 850 m Spundwände gerammt, wobei nur ein einziger störender Zwischenfall eintrat. Auf drei Stellen waren zwischen den Spundwänden Quellen aufgetreten, die aus der Tiefe kamen, wie der gelbe Sand, den sie zu Tage förderten, bewies. Zwei von ihnen liefsen sich leicht unschädlich machen, aber die dritte, in der östlichen Mauer des Hafenarmes 132 m vom Süd-Ende belegen, verursachte viel Arbeit und Kosten. Sie sprang am 6. Juli beim Schlagen der vordersten Pfahlreihe auf, nachdem die anderen Pfahlreihen schon sämtlich zu Platz waren. Anfänglich lieferte sie $^3/_4$ cbm Wasser in einer Minute, später wohl mehr. Durch Querspundwände, Pumpen und Dichtmachen der Fugen bemühte man sich in die Tiefe zu gelangen, aber alles war vergeblich. Im August rückte die Quelle um zwei Pfähle südlicher und bildete einen Kolk bis zur Tiefe von — 11,5 m. Mit dem Pumpenwasser gelangte soviel Sand aus der Tiefe zum Abflufs, dafs eine gefährliche Unterspülung der Kleischicht zu befürchten war, und man mufste sich zuletzt entschliefsen, auf 9 m Länge einen Theil der Versteifungen zwischen den Spundwänden sitzen zu lassen. Die Spundwände in der Nähe der Quelle waren inzwischen schon um 15 cm ausgewichen und hatten sich fast um 30 cm gesenkt. Der Kolk der Quelle wurde nun von — 11,5 m bis — 8.5 m mit Sandsäcken ausgefüllt und darauf die Füllung des Raumes zwischen den Spundwänden theils mit Beton von der Mischung 1 : 6 in Säcken, theils mit Beton von der Mischung 1 : 3, der unter Wasser eingebracht wurde, und theils mit reinem Cement fortgesetzt. Auf — 4 m wurde ein Abflufsrohr durch die äufsere Spundwand geführt, und auf übergedeckter, wasserdichter Leinwand konnte der weitere Beton im trocknen eingebracht werden. All diese Arbeiten wurden mit gröfster Sorgfalt ausgeführt, und es haben sich weder bis jetzt durch die Quelle bewirkte Schäden gezeigt, noch sind sie künftig zu befürchten. Zwei bis unter das Abflufsrohr reichende Röhren von 4 cm Durchmesser wurden aufwärts bis zur Deckplatte geführt und später, nach Eröffnung des Hafens, mit 900 l Cement vollgegossen, um die Zwischenräume der Säcke soviel wie möglich zu füllen. Die durch die Quelle bei dreimonatiger Arbeit verursachten Ausgaben betrugen für den Staat, der die Materialien zu liefern hatte, 2700 ℳ, für die Unternehmer schwerlich weniger an Arbeitslohn und Geräth.

In den ersten Tagen des April, nachdem das Fundament für die Mauer auf einer grofsen Strecke fertig gestellt war, die Pfahlreihen durch eiserne Bänder verbunden waren und der Boden auf — 3 m geebnet, wurde die Schalung für die Mauer aufgestellt und mit dem Schütten des Betons begonnen. Zwei Mörtelmischmaschinen bereiteten den Beton, der in Muldenkippern mit Hülfe eines Gerüstes, das zunächst auf + 1,5 m, später auf + 5 m lag, der Mauer zugeführt und in Schichten von 0,25 cm Dicke gestampft wurde. Diese Arbeit dauerte bis zum Jahresschlufs; 36 000 cbm Beton waren verarbeitet, und die Mauer, soweit sie binnendeichs gemacht werden konnte, stand auf 1039 m Länge bis auf die Deckplatten fertig da. Anfang October waren die Mauer-Enden durch niedrige, bis + 1,1 m reichende Klopfdämme an den Deich geschlossen, und auch an den äufseren Klopfdämmen, die wegen möglicher Sommersturmfluthen bis + 5,5 m reichten, wurde gearbeitet. Am 30. September, bei einem Wasserstande von — 4.02 m in der Baugrube, hörte man auf zu pumpen. Im November wurde Wasser aus der Elbe in den Hafen gepumpt und dadurch der Wasserspiegel allmählich bis zur Niedrigwasserhöhe gehoben. Dies war deshalb nothwendig, weil die Unternehmer im Anfange des Monates einen Dampfbagger nebst Schleppdampfer und fünf Prähmen über den Deich in die Baugrube geschafft hatten, um mit ihm im nächsten Jahre die Vertiefung des Hafens um weitere $2^1/_2$ m fortsetzen zu können. Zum Wegschaffen des gebaggerten Bodens sollte ein Elevator dienen, der in Form eines Trockenbaggers auf der Mitte der östlichen Mauer des Hafenarmes aufgestellt worden war. Die Mauer wurde an dieser Stelle noch in demselben Jahre bis zur vollen Höhe hinterfüllt, um die Eisenbahngleise bis an den Elevator führen zu können.

Anfang April des Jahres 1895 waren die beiden äufseren Klopfdämme fertig, und mit dem Ausgraben der Baugruben für die beiden noch fehlenden Mauerstrecken, 58 m Länge auf der Ostseite und 66 m Länge auf der Westseite, konnte begonnen werden. Anfang September waren diese Mauern fertig, und nachdem inzwischen der Deich quer durch den Hafen bedeutend erniedrigt worden war (Abb. 4 Bl. 46), wurde am 28. September dem Wasser der Elbe der Zutritt zum neuen Hafen eröffnet. Der Binnenwasserstand war + 0.3 m, und da der Deich nur auf einer kurzen Strecke auf + 1,5 m lag, sonst aber höher, ergofs sich das Wasser stundenlang überfallartig über dieses Hindernifs, bis die Ausgleichung des Wasserspiegels eingetreten war. Anfang December waren die Erdarbeiten vollendet, nachdem die Unternehmer in diesem Jahre etwa 203 000 cbm gebaggert und gehoben und 62 000 cbm abgegraben hatten. Am 31. December, genau zur vertragsmäfsigen Zeit, konnten die Unternehmer die

sämtlichen von ihnen übernommenen Arbeiten in tadellosem Zustande abliefern. Bei so umfangreichen Arbeiten ein seltenes Beispiel von Pünktlichkeit, das Zeugnifs ablegt für die ungewöhnliche Thatkraft und Sachkunde der ausführenden Techniker.

Das Jahr 1896 brachte eine Ueberraschung unliebsamer Art. Sämtliche Mauern waren vor dem Einlassen des Wassers bis über Hochwasserhöhe und gleich danach bis zur vollen Höhe hinterfüllt worden. Schon im November 1895 zeigten sich Risse im Erdreich hinter der westlichen Mauer, denen anfänglich keine Bedeutung beigelegt wurde. Eine am 21. December 1895 vorgenommene Messung ergab aber, dafs die gerade Strecke der Mauer auf 270 m Länge um 21 cm ausgewichen war, und die Ausweichung wuchs bis zum April 1896 um fernere 4 cm. Die Hinterfüllungserde war zwischen der Mauer und den 15 m von Vorderkante Mauer entfernten Rissen durchschnittlich um 12 cm gesunken. Das schlimmste war, dafs die Mauer vielfach Längsrisse zeigte, die meistentheils von + 1,5 m auf der Hinterseite sich schräg abwärts bis + 0,5 m auf der Vorderseite erstreckten und stellenweise so stark waren, dafs Wasser durchflofs. In der Nähe der Risse war das Mauerwerk bisweilen förmlich zermalmt, und obgleich die Risse im allgemeinen nicht den Betonschichten folgten, so kamen doch auch Stellen vor, wo die Schichten sich um ein weniges auf einander bewegt hatten; selbst die 25 cm starke, fettere Betonschicht auf der Vorderseite der Mauer hatte sich an einzelnen Punkten von dem hinteren Theile der Mauer gelöst. Eine Erklärung für die Summe dieser Erscheinungen glaubte man in dem Verhalten des Hinterfüllungsbodens zu finden. Der mehrerwähnte feine, blaue Sand, der zur Hinterfüllung benutzt werden mufste, war gröfstentheils ziemlich trocken im Sommer eingebracht, während der Wasserstand in der Baugrube auf — 3 m oder noch tiefer gehalten worden war. Als das Pumpen im August aufhörte, mufste das Grundwasser steigen, wobei der Sand sich vermuthlich streckenweise plötzlich setzte und dadurch auf die betroffenen Stellen der Mauer einen so starken Druck ausübte, dafs sie nicht zu widerstehen vermochte, sondern ausweichen mufste. Bei diesem streckenweisen Ausweichen wurde die Mauer auf Biegung beansprucht, und die dadurch in der Mauer erzeugten Spannungen waren so stark, dafs ihre schwächeren Theile, die oberen nämlich, geknickt wurden und zerbrachen. Mit dieser Erklärung steht im Einklange, dafs die Mauer nicht überall beschädigt war, sondern mit Unterbrechungen, und im ganzen etwa auf 250 m Länge. Ihr Süd- und Nord-Ende war völlig unversehrt geblieben, weil der Boden dort noch hoch genug lag, um eine Ausweichung der Mauer ganz zu verhindern. Die eigentliche Schuld ist wohl der Nachgiebigkeit des Kleibodens zuzuschieben: die Baggerung vor der Mauer war gerade bis auf den Kleiboden erfolgt, und wenn die Grundpfähle der Mauer nicht 8 m in dem Klei, sondern nur im Sande gesteckt hätten, so würden sie ohne Zweifel ihren Stand unverrückbar behauptet haben und die Mauer hätte nicht ausweichen können.

Allzuschlimm war die Sache allerdings nicht, weil der untere Theil der Mauer unverletzt geblieben war, aber geschehen mufste etwas, um den Fall unschädlich zu machen. Dabei war es ein glücklicher Umstand, dafs man sich inzwischen entschlossen hatte, für die Krahne, die mit einem Räderpaar auf der Mauer, mit dem anderen auf einer 5,1 m von der Vorderkante der Mauer entfernten Schiene laufen sollten, eine senkrechte Mauer auf dem hinteren Absatz der Kajemauer zu errichten. Man hatte nur nöthig, diese Krahngleismauer angemessen zu verstärken, um durch sie zugleich den oberen Theil der Kajemauer zu sichern. Es wurden also auf dem Mauerabsatz in lichten Abständen von 7 m Pfeiler von 3 m Stärke aus Beton hergestellt, die quer zur Kajemauer 3,43 m dick waren und bis + 3,5 m reichten. In diese Pfeiler wurden Anker von 6 cm Durchmesser einbetonirt, die durch die Kajemauer reichten und auf deren Vorderseite nach Erhärtung des Betons und Mörtels angeschraubt wurden. Die Pfeiler hatten in der Längsrichtung Ansätze von 0,5 m Länge und 0,66 m Stärke. Die dazwischen befindliche Lichtweite von 6 m wurde in derselben Stärke mit Ziegelsteinen überwölbt, und auf den Pfeilern und dem Gewölbe ruhte der bis zur Langschwelle des Krahngleises reichende Beton. Auf den schlechtesten Stellen wurde zur gröfseren Sicherheit ein zweiter Anker auf + 1,5 m in die Pfeiler gelegt. Der beschädigte Beton auf der Vorderseite der Mauer wurde durch Klinkermauerwerk ersetzt, auf der Rückseite durch Ziegelmauerwerk oder Beton. Um die Pfeiler herstellen zu können, mufste man die Hinterfüllung bis auf Niedrigwasser wegnehmen. Auf den obersten 2 m geschah dies in der Breite von 15 m. Dann wurde unmittelbar hinter der Mauer eine Spundwand geschlagen und gegen die Mauer abgesteift, worauf der Boden zwischen Spundwand und Mauer entfernt werden konnte. Nach Vollendung des Mauerwerkes wurde anstatt des weggenommenen Sandes die Mauer mit Klei, der gründlich gestampft wurde, hinterfüllt. Der Klei wurde im Hafen durch Baggerung von — 6,5 m bis — 9 m gewonnen, dann auf ebenen Flächen ausgebreitet und getrocknet und darauf hinter die Mauer gebracht. Da die Krahngleismauer auf einer Länge von 448 m erforderlich war, wurden auch die Pfeiler auf der ganzen Strecke hergestellt, obwohl sie nicht überall nöthig gewesen wären.

Sämtliche Arbeiten, mit Ausnahme des Stampfens, wurden von Holzmann u. Co. im Anschlufs an ihren früheren Vertrag übernommen und von ihnen in den drei Monaten Juli bis September 1896 erledigt. Die Kosten beliefen sich im ganzen auf 110 000 ℳ, wovon die Hälfte billigerweise der Krahngleismauer zur Last geschrieben werden kann.

Die Mauer hat sich seitdem tadellos gehalten und keinerlei Spuren von Schwäche gezeigt, obwohl ihre Ausweichung sich vom 4. April 1896 bis 31. December 1897 etwa um 4 cm vergröfsert hat. Aehnliche Ausweichungen finden vermuthlich bei jeder Mauer statt, solange bis der Hinterfüllungsboden vollständig zur Ruhe gekommen ist. Die Mauern auf der Ostseite wichen sämtlich, und zwar ganz allmählich, im ganzen nur um 7 bis 13 cm aus; sie sind in der günstigen Lage, dafs ihr Hinterfüllungsboden nach dem nahegelegenen Hafenloche entwässern kann, wodurch die Schwankungen im Grundwasserstande fast ganz verschwinden.

Im Jahre 1897 konnten nur die Klinkerwege rings um den Hafen und nach den Hafenköpfen hergestellt werden, da die Verhandlungen über die Eisenbahngleise und über die Gebäude für die Hamburg-America-Linie noch in der Schwebe waren.

Baggerei. In der Erwartung, dafs in dem neuen Hafen vorwiegend Schlick zu baggern sein würde, war die Anschaffung eines Kolbenpumpenbaggers — von der Art, wie sie zuerst in Bremerhaven mit grofsem Vortheil zur Verwendung gelangt ist — in Aussicht genommen. Ein Versuch mufste über seine Zweckmäfsigkeit entscheiden, und dieser wurde im Herbste 1896 an-

gestellt, nachdem ein Jahr seit dem Durchstechen des alten Deiches verflossen war. Dabei ergab sich nun, dafs im gröfseren Theile des Hafens allerdings reiner Schlick, der aufgepumpt werden konnte, abgelagert war, dafs jedoch im Vorhafen nach der Ostseite hin, etwa in der Hafenmitte beginnend, der Schlick immer sandhaltiger wurde und an der Ostmauer selbst in reinen Sand überging. Das Einheitsgewicht der abgelagerten Stoffe wuchs entsprechend, wie spätere Untersuchungen bestätigten, von 1,3 im Arm und auf der Westseite, auf 1,4 in der Längenachse des Vorhafens und auf 1,6 bis 1,9 an seiner Ostseite. Diese Vertheilung erscheint ziemlich auffallend, tritt aber in ganz ähnlicher Weise auch in den anderen Cuxhavener Häfen auf. Es fällt nämlich während der Ebbe ein starker Strom am westlichen Hafenkopf in den Hafen, läuft, allmählich schwächer werdend, an der Westmauer hin, ohne das Wasser mit merklicher Geschwindigkeit an irgend einer Stelle wieder hinauszuführen. Während der Fluth ist eine ähnliche, bei dem östlichen Hafenkopf in den Hafen tretende Strömung nicht zu bemerken. Die Verschiedenheit des Einheitsgewichtes des Wassers an der Oberfläche und in der Tiefe*) mufs dabei eine Rolle spielen, aber in welcher Weise, ist bisher noch nicht festgestellt worden. Keinesfalls erschien unter diesen Umständen die Einstellung eines Pumpenbaggers rathsam, und da es aufser den Eimerbaggern keine andere Baggerart giebt, die Sand und Schlick gleich vortheilhaft baggert, so wurde ein Eimerbagger für eine Baggertiefe von 12,5 m und eine stündliche Leistung von 1500 cbm bestellt, der zur Zeit im Bau begriffen ist.

Ueber das Mafs der Aufschlickung sind genügende Erfahrungen noch nicht gesammelt. Wahrscheinlich wird sie 2 m oder darüber jährlich betragen, während sie in den anderen Häfen nicht ganz 1 m erreicht.

Baukosten. Die Ausgaben für den tiefen Hafen betrugen bis zum Schlusse des Jahres 1897:

*) Sieh „Strömung und Salzgehalt der Elbe bei Cuxhaven" im Jahrgange 1888 dieser Zeitschrift.

1.	1 095 000 cbm Boden zu graben oder zu baggern, mit Nebenarbeiten	967 121 ℳ
2.	3669 qm Uferdeckwerk aus 32 cm dicken Betonblöcken, mit Nebenarbeiten	61 896 „
3.	186 m Anschlufskasten und Brunnenmauern	359 761 „
4.	186 m Brücke vor den Anschlufskasten und Brunnenmauern	167 896 „
5.	1163 m Mauern binnendeichs	2 421 958 „
6.	40 m Brücke vor der Dockeinfahrt	28 421 „
7.	Nebenausgaben beim Bau der Mauern, theils Unternehmergewinn	118 760 „
8.	Verstärkung der Westmauer und Bau von 448 m Krahngleismauer	109 979 „
9.	Zwei Hafenköpfe	2 046 170 „
10.	Versuche mit einer Schlickpumpe und Anschaffung von 2 Baggerprähmen zu 60 cbm	32 724 „
11.	Für 186 m verankerte Spundwände mit 3 m hohem Uferdeckwerk vor den Hafenarmen und der Dockeinfahrt	53 610 „
12.	10 025 qm Pflaster aus Bockhorner Klinkern auf den Kajen	53 623 „
13.	Registrirender Fluthmesser, zwei eiserne Gebäude auf den Hafenköpfen, zwei Dalben im Hafen, Brücke über den Neufelder Graben und Thonrohrleitungen zwischen den Deichen	22 250 „
14.	Gehalte an Techniker	87 042 „
15.	Bureaugebäude und Bureaukosten, Mefsgehülfen u. dgl.	29 882 „
16.	Schürfloch, Bohrungen und Nebenarbeiten	45 762 „
	Zusammen	6 606 855 ℳ

Hinzuzurechnen sind noch 126 089 Mark für 23 614 t oder etwa 15 750 cbm Steine, die unter, vor und neben den sechs Senkkasten und den schrägen Mauern geschüttet worden sind.

Cuxhaven, im Februar 1898. Hugo Lentz.

Der Umbau der Bahnanlagen in Köln a. Rh.

Nach amtlichen Quellen bearbeitet vom Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Kiel in Köln.

(Mit Abbildungen auf Blatt 49 und 50 im Atlas.)

(Fortsetzung.)

7. Bahnsteighalle. Die Ueberdachung der Bahnsteige besteht aus einer grofsen mittleren Halle von 63,9 m Stützweite mit bogenförmigen Bindern, deren Kämpfer in Bahnsteighöhe liegen, und zwei niedrigeren seitlichen Hallen von je 13,4 m Stützweite (Text-Abb. 6*). Die Mittelhalle überdeckt den Hauptbahnsteig und die von ihm ausgehenden Zungenbahnsteige, während die Seitenhallen über den Aufsenbahnsteigen liegen. Die Gründe, die zu dieser Anordnung geführt haben, sind auf S. 359 des Jahrgangs 1888 des Centralblatts der Bauverwaltung dargelegt; hier mag nur erwähnt werden, dafs die damaligen Erwägungen durch die Ausführung vollständig bestätigt sind. Insbesondere ist durch die Einschränkung der Scheitelhöhe der Mittelhalle auf im Mittel 24,6 m (gerechnet vom Bahnsteig bis Oberkante Binder), also auf kaum $^2/_5$ der Spannweite, jede Störung des Stadtbildes und jede Beeinträchtigung des benachbarten Domes vermieden, während die Erscheinung des Inneren hierdurch insofern gewonnen hat, als die grofse Weite infolge dessen um so mehr in die Augen fällt. Die Länge der Mittelhalle beträgt 254 m. Eine gröfsere Länge hätte wegen der Gleiskrümmung an beiden Enden des Bahnhofs nur dadurch gewonnen werden können, dafs die Mittellinie der Halle hier gleichfalls gekrümmt und die Spannweite nach den Enden all-

*) Die Text-Abb. 6, 7 und 8 sind dem Aufsatz im Centralbl. der Bauverwaltung Jahrg. 1892 S. 343 u. f. entnommen, auf den insbesondere wegen der Mittheilungen über die Aufstellung der Halle verwiesen wird.

mählich vermindert wäre, was zu erheblichen constructiven Schwierigkeiten geführt haben würde.

Da die rechtsrheinischen Kopfgleise durch diese Halle fast gar nicht überdeckt werden, war von Anfang an ein Entwurf für ihre besondere Ueberdachung durch niedrige Hallen mit mehreren Zwischenstützen, die sich an die Haupthalle etwa in der Höhe der Unterkante der Abschlufsschürze anschliefsen, aufgestellt. Von der Ausführung dieses Entwurfs wurde jedoch zunächst abgesehen, da über die Anzahl der in den Bahnhof aufzunehmenden rechtsrheinischen Züge und die hierdurch bedingte stärkere Benutzung der rechtsrheinischen Kopfgleise noch kein bestimmter Plan vorlag. Die Herstellung derartiger Hallen wird jedoch, da die rechtsrheinischen Zungenbahnsteige eine erhöhte Bedeutung gewonnen haben, nunmehr stattfinden; ihr Grundrifs ist bereits in der Abb. 1 Bl. 35 angedeutet. Auf dieselben soll hier jedoch nicht eingegangen werden.

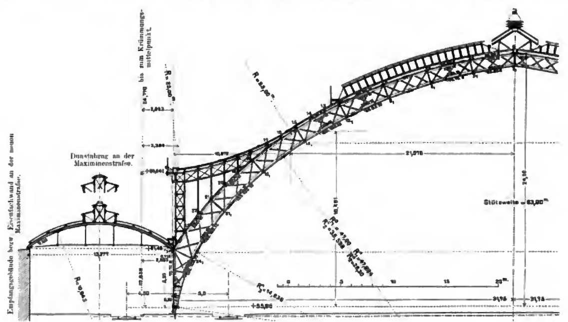
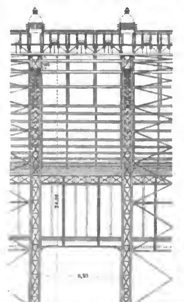


Abb. 6. Querschnitt durch die Halle.

Die Hauptlinien der Bahnhalle, wie First, Pfetten und Gesimse, sind, um einen guten Anschlufs an das in der Wage ausgeführte Vordergebäude zu erhalten, wagerecht gelegt, und der durch die Steigung der Gleise im Bahnsteige entstehende Höhenunterschied ist im unteren Theil der Binderfüfse ausgeglichen (Abb. 9 Bl. 49, gröfster und kleinster Binderfufs).

Die Binderentfernung ist unter Berücksichtigung der Eintheilung des Bahnhofsunterbaues und des Vordergebäudes zu 8,5 m angenommen. Sie würde, wenn nur die Kosten der Halle selbst in Betracht gekommen wären, wahrscheinlich gröfser gewählt sein. Jeder Binder besteht aus zwei 0,8 m von einander entfernten Einzelbindern, die in der Ebene des oberen und des unteren Gurts durch ein Fachwerk mit einander verbunden sind (Text-Abb. 7), und bildet also einen kastenförmigen Querschnitt. In jedem dritten Knotenpunkt ist dieser Kasten durch ein Kreuz ausgesteift. Der untere Gurt des Binders (Text-Abb. 6) bildet einen vom Bahnsteig schräg ansteigenden Spitzbogen; der obere Gurt steigt dagegen zunächst 6,2 m senkrecht in die Höhe und geht dann mit einem Knick in die Bogenform über. Die Wandglieder, die aus knickfesten Schrägstäben bestehen, bilden ein doppeltes System. An jedem dritten Knotenpunkt sind beide Systeme durch rechtwinklige Wandglieder mit einander verbunden, sodafs ein Spannungsausgleich stattfinden kann. Diese rechtwinkligen Stäbe sind zu den vorerwähnten Queraussteifungen mitbenutzt. Die Knotenpunktseintheilung ist mit Rücksicht auf die Abschlufsbinder überall so getroffen, dafs die lothrechten Stäbe, die im Abschlufsbinder an jedem dritten unteren Knotenpunkt aufgehängt sind, unter sich gleiche Abstände haben. In der Nähe der Auflager ist die Wand wegen der erheblichen Beanspruchung aus vollem Blech hergestellt (vgl. Abb. 12 Blatt 49).


Abb. 7.
Längenschnitt durch den Hallen-Scheitel.

Die Kämpfergelenke sind durch Auflagerung in schmalen, jedoch ebenen Flächen hergestellt (Abb. 10 bis 12 Bl. 49). Der Angriffspunkt des Drucks ist hierdurch in sehr engen Grenzen bestimmt. Schräge Auflagerflächen zur Aufnahme der schräg wirkenden Drucke sind vermieden, vielmehr sind dieselben in wagerechte und lothrechte Flächen aufgelöst. Dieses gilt sowohl für die Fläche zwischen dem schweifseisernen Binderfufs und dem gufseisernen Lager, als auch insbesondere für die

Fläche zwischen dem Lager und dem Mauerwerk. Dieses ist vollständig wagerecht geschichtet und aus Klinkern in Cementmörtel ohne Verwendung von Werksteinen hergestellt. Ein Abschieben desselben ist, auch wenn die Schubfestigkeit des Mörtels unberücksichtigt bleibt, ausgeschlossen, weil die Abweichung der Druckrichtung von der Senkrechten innerhalb des Reibungswinkels bleibt. Um auch das Abgleiten der wagerechten Auflagerplatte auf dem Mauerwerk zu verhindern, hat dieselbe auf der dem Hallen-Inneren zugekehrten Seite einen nach unten gerichteten lothrechten Ansatz erhalten (Abb. 12 Bl. 49). Dieser legt sich gegen das durch den lothrechten Binderdruck belastete Mauerwerk und findet daher hier einen ausreichenden Reibungswiderstand.

Von der Anordnung eines Scheitelgelenkes ist abgesehen, da bei der verhältnifsmäfsig grofsen Biegsamkeit des Binders die aus der statischen Unbestimmtheit sich ergebenden Nachtheile (Temperatur- und Aufstellungsspannungen) nur gering sind gegenüber dem Vortheil der hierdurch erzielten gröfseren Gleichmäfsigkeit der Gurtungsquerschnitte.

Die Dachhaut liegt nur in dem mittleren Theil der Halle, also in der Nähe des Scheitels unmittelbar auf den Bindern und ist hier gröfstentheils durch Oberlicht in der Form von querlaufenden Sätteln gebildet. In der Nähe der Binderfüfse ist auf den Bindern noch eine Aufsattlung angebracht, welche die Dachhaut trägt (Text-Abb. 6). Hierdurch ist die Möglichkeit gewonnen, unter der Traufe oberhalb der anschliefsenden Seitenhallen durchlaufende hohe Seitenfenster anzuordnen. Diese sind für die Beleuchtung des Hallen-Inneren erheblich wichtiger, als die sattelförmigen Oberlichter, weil die lothrechten Glasscheiben weniger der Verschmutzung und der Verdunklung durch Schnee ausgesetzt sind. Da die Wartesäle unter der Bahnsteighalle liegen, war hierauf besonderer Werth zu legen.

Auch die in der Halle angebrachten zahlreichen Lüftungsöffnungen haben einen durchaus befriedigenden Erfolg gehabt. Denn abgesehen von ganz ungünstigem Wetter, bei dem der Rauch auch im Freien niederschlägt, ist in der Halle eine gute Luft, und auch das Eisenwerk ist im Vergleich mit anderen Hallen wenig verschmutzt. Derartige Lüftungsöffnungen sind in der Haupthalle an folgenden Stellen vorhanden:

1. Oberhalb der erwähnten Seitenfenster, unmittelbar unter der Dachtraufe, liegt ein Gitterträger, dessen Felder offen gelassen sind (Abb. 6, 2 und 4 Bl. 49).
2. Die Kappen in den Firsten der Oberlichtsättel sind soviel angehoben, dafs die Luft unter denselben ein- und austreten kann.
3. Im Scheitel der Halle ist ein durchlaufender Dachreiter vorhanden, dessen Seitenwände jalousieartig gebildet sind (Text-Abb. 6).
4. Ueber jedem Binder ist die Wellblechhaut auf 0,6 m Breite unterbrochen (Abb. 8 Bl. 49) und die Lücke durch einen um 22 cm höher liegenden Wellblechstreifen überdeckt. Der über die Dachfläche streichende Luftzug weht unter diesen Wellblechstreifen und nimmt den etwa angesammelten Rauch mit.

Durch den zu 3 genannten Dachreiter ist zugleich eine ruhigere Gestaltung der Aufsenansicht der Halle erreicht, als wenn die sägeförmigen Oberlichter über den Hallenscheitel fortgeführt wären, während durch die zu 4 genannten erhöhten Wellblechstreifen in Verbindung mit dem in jedem Binderscheitel angeordneten haubenartigen Blechaufsatz die todte Masse des Hallendachs in der Aufsenansicht in klarer Weise gegliedert ist.

Die Pfetten sind in den seitlichen, mit Wellblech gedeckten Dachflächen aus ⅂-Eisen und unter den sägeförmigen Oberlichtern, wo sie nur in jedem dritten Knotenpunkt liegen, aus I-Eisen gebildet. Die Stöfse derselben sind in der üblichen Weise in jedem zweiten Felde freischwebend angeordnet, wobei das zwischengehängte Stück an einem Ende drehbar und am anderen Ende sowohl drehbar wie mit Längsspielraum an den überstehenden Enden der Pfetten der Nachbarfelder aufgehängt ist. Bei der Bestimmung der Abmessung der Pfetten sind nur die senkrecht zur Dachfläche wirkenden Kräfte berücksichtigt. Dieses ist dadurch ermöglicht, dafs die Spannweite der Pfetten in Bezug auf Kräfte, die den Bindern parallel wirken, durch zwei Flacheisen, welche in jedem Felde den Bindern parallel laufend über die Pfetten gelegt und mit diesen vernietet sind (in Text-Abb. 7 erkennbar), auf etwa ein Drittel der Binderentfernung eingeschränkt ist. Durch Vermittlung dieser Bänder heben sich bei gleichmäfsiger Belastung die genannten Kräfte an den gleichgelegenen Punkten beider Binderhälften auf, während sie bei ungleicher Belastung sich auf mehrere Pfetten vertheilen. In dem mittleren Theil der Dachfläche sind diese Flacheisenbänder durch kräftige Sparren ersetzt, welche die Rinnen der sägeförmigen Oberlichter aufnehmen.

In ähnlicher Weise wie in der Dachfläche ist die Möglichkeit der Längsverschiebung auch in der Fensterwand der Haupthalle gewahrt. In jedem zweiten Binderfeld bildet nämlich das Mittelstück des Fensters einen besonderen Rahmen, der durch Stahlbänder, die in der Ebene der Trennungsfuge liegen, an den seitlichen Theilen aufgehängt ist (Abb. 2 und 3 Bl. 49). Die Stahlbänder gestatten durch ihre Biegsamkeit einen gewissen Spielraum in der Längsrichtung der Fensterwand, während sie senkrecht zu dieser die erforderliche Steifigkeit besitzen.

Der Berechnung der Bahnsteighalle sind folgende Annahmen zu Grunde gelegt:

Schneelast 75 kg auf 1 qm wagerechter Ebene,
Winddruck 120 kg auf 1 qm senkrecht zur Windrichtung,
Winddruck $120 \cdot \sin \gamma$ kg auf 1 qm Ebene, die unter dem Winkel γ gegen die Windrichtung geneigt ist (vergl. Centralbl. der Bauverwaltung Jahrg. 1885 S. 60),
zulässige Beanspruchung durch Eigengewicht, Schnee und Temperaturausdehnung 1350 kg für das qcm,
desgleichen durch Winddruck 900 kg für das qcm.

Die Ermäfsigung der zulässigen Beanspruchung durch Wind auf $^2/_3$ des sonst zugelassenen Werthes ist wegen der stofsweisen Wirkung desselben erfolgt, während die Spannungen aus Temperaturänderungen und Schnee, weil allmählich eintretend, den ruhenden Lasten gleich gesetzt sind. Die Ungleichheiten der zulässigen Beanspruchungen werden am einfachsten dadurch berücksichtigt, dafs der Winddruck anderthalbmal so grofs, also auf 180 kg für das qm gesetzt und dann die Beanspruchung für das qcm gleichfalls zu 1350 kg angenommen wird.

Als Material ist von dem ausführenden Werke, der Dortmunder Union, für alle Theile, die einer umfangreicheren Bearbeitung bedurften, also insbesondere für die Hauptbinder, Schweifseisen verwandt, obwohl die Wahl zwischen Schweifs- und Flufseisen freigestellt war. Das Werk glaubte bei der im Jahr 1891 erfolgten Vergebung Schweifseisen mit gröfserer

Sicherheit in gleichmäfsig guter Ware beschaffen zu können als Flufseisen.

Die Berechnung der Mittelbinder ist in der Weise ausgeführt, dafs zunächst durch geeignete Annahme über die Gröfse des Scheitelschubes und die Vertheilung der bei Winddruck entstehenden wagerechten Kräfte auf die beiden Auflager für die verschiedenen Belastungsfälle Stützlinien gezeichnet wurden, die sich dem Augenschein nach nicht allzuweit von der wahren entfernten. Nachdem hieraus Spannungen und Querschnitt der einzelnen Stäbe vorläufig festgelegt waren, wurde durch Rechnung ermittelt, um wie viel bei der gemachten Annahme infolge der elastischen Formveränderung der einzelnen Stäbe eine Annäherung oder Entfernung der beiden Auflagerpunkte eintreten würde. Wird nämlich die Beanspruchung eines Stabes auf die Flächeneinheit mit $\frac{S}{f} = \frac{\text{Spannung}}{\text{Querschnitt}}$, seine Länge mit l und der Elasticitätsmodul mit E, also die Verlängerung oder Verkürzung des Stabes mit $\frac{Sl}{fE}$, ferner der Abstand vom gegenüberliegenden Knotenpunkt mit y und die Höhe des letzteren über den Auflagern mit h bezeichnet, so ergiebt sich der Einflufs des einzelnen Stabes auf die Vermehrung oder Verminderung der Spannweite zu $\frac{Slh}{fyE}$. Die Summe aller dieser Werthe, welche die gesamte Entfernung oder Annäherung der Auflagerpunkte darstellt, wird bei den vorläufig gemachten Annahmen im allgemeinen sich nicht gleich Null ergeben, vielmehr bedarf der angenommene wagerechte Schub noch einer Berichtigung. Zu diesem Zweck wird in gleicher Weise untersucht, um welches Mafs eine zwischen den beiden Auflagern wirkende Zugkraft von 1 t diese einander nähern würde, und hieraus dasjenige Mafs ermittelt, um welches der angenommene wagerechte Schub zu vergröfsern oder zu verkleinern ist. Wird mit s die durch den Schub von 1 t in den einzelnen Stäben erzeugte Spannung bezeichnet, so ergiebt sich der erforderliche Zusatzschub in t

$$H = \Sigma \frac{Slh}{fyE} : \Sigma \frac{slh}{fyE},$$

was sich, da $h = ys$ ist, vereinfachen läfst in

$$H = \Sigma \frac{Ssl}{f} : \Sigma \frac{s^2 l}{f}.$$

Hiernach sind die Stützlinien und die Querschnitte der Stäbe berichtigt. Eine nochmalige Berechnung der Formveränderung mit den neuen Werthen von f ist kaum nöthig, wenn die zuerst benutzte Stützlinie sich nicht allzuweit von der neu ermittelten entfernt. Auch zeigt sich bei der Berechnung, dafs der Einflufs der Wandglieder auf die Formveränderung sehr gering ist, sodafs dieselben von vornherein als unelastisch betrachtet werden können.

Die beiden Stirnseiten der Mittelhalle sind in der üblichen Weise oberhalb der durch den Zugverkehr bedingten lichten Höhe durch eine Glasschürze (Abb. 1 Bl. 50) geschlossen. Der auf diese Glaswand wirkende wagerechte Winddruck wird durch senkrecht stehende Träger theils nach oben auf einen in der Ebene des oberen Bindergurts liegenden gekrümmten Träger, theils nach unten auf einen am unteren Rande der Schürze liegenden besonderen Windträger übertragen. Die Gurtungen des oberen gekrümmten Windträgers werden durch die Hallenbinder gebildet. Die Wandglieder desselben bestehen aus den als Drucksteifen wirkenden Pfetten und den in der Fläche der oberen Bindergurtungen angebrachten Rundeisen-Schrägstäben. Diese sind über drei Hallenfelder ausgedehnt (Abb. 2 Bl. 50), weil hierbei die Spannungsvermehrung, welche die Hauptbinder infolge des Winddruckes erhalten, noch in mäfsigen Grenzen bleibt. Dieser dreifeldrige gekrümmte Windträger endigt in dem Punkte, wo der Obergurt des Hallenbinders mit einem Knick von der Segmentform in die senkrechte Richtung übergeht, also am oberen Ende des Binderfufses (in Knotenpunkt 24 in Abb. 4 Bl. 50). Hier befindet sich auch das Auflager des unteren Windträgers. Um die aus beiden Windträgern herrührenden wagerechten Kräfte von hier aus bis zur Bahnsteighöhe zu übertragen, sind schräge Druckstreben nach dem Fufse der Nachbarbinder geführt (Abb. 2 Bl. 50). Diese Streben reichen jedoch nur über zwei Hallenfelder, weil es erwünscht schien, den Bahnsteig möglichst wenig durch dieselben zu beengen. Zwei Felder reichen für diese Verstrebung insofern aus, als hierbei das Eigengewicht des Abschlufsbinders ohne künstliche Vermehrung durch Verankerung noch genügt, um ein Abheben desselben bei Sturm von den Auflagern zu verhindern.

Der untere Windträger endigt, wie erwähnt, in demjenigen Knotenpunkte des Abschlufsbinders, wo die obere Gurtung desselben von der Segmentform in die lothrechte Richtung übergeht. In dem Endfelde fällt die Trägergurtung mit dem von diesem Knotenpunkt ausgehenden schrägen Wandglied des Abschlufsbinders (Stab 24/23' in Abb. 4 Bl. 50) zusammen. Da dieses Wandglied etwas ansteigt, die Mittelfelder des Windträgers aber in einer wagerechten Ebene liegen, so ergiebt sich zwischen den Endfeldern und den Mittelfeldern ein Knick in der Binderebene (bei Knotenpunkt 23' in Abb. 4 Bl. 50). Der Einflufs desselben auf die Beanspruchung des Abschlufsbinders ist bei dessen Berechnung berücksichtigt.

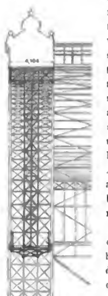


Abb. 8. Abschlufsbinder.

Durch den Windträger wird die Anordnung des Abschlufsbinders erheblich beeinflufst (Text-Abb. 8). Zunächst ist die Breite des Abschlufsbinders der Höhe des Windträgers angepafst. Letztere beträgt bei 63,9 m Stützweite 4,06 m (Abb. 3 u. 5 Bl. 50), und dementsprechend ist der Abstand der beiden Hälften des Abschlufsbinders zu 4,1 m statt des Mafses von 0,8 m bei den Mittelbindern angenommen (Abb. 3 Bl. 50). Der Windträger schiebt sich hierbei an den Anschlufspunkten gerade zwischen die Knotenbleche der beiden Binderhälften (Abb. 5 Bl. 50). Die Gurte des Windträgers bilden wegen der festen Verbindung mit dem Abschlufsbinder für diesen Zugstangen. Infolge dessen braucht der Binder, wenn er nur unter dem Einflufs lothrechter Lasten steht, auf das Grundmauerwerk keinen Schub zu übertragen und hat demgemäfs am einen Ende ein Rollenauflager erhalten (Abb. 13 bis 15 Bl. 50). Daher wurde eine besondere Berechnung des Abschlufsbinders erforderlich. Der Gang derselben schliefst sich vollständig dem beim Mittelbinder eingeschlagenen an. Nur wird die Unveränderlichkeit der

Stützweite nicht durch Berichtigung des zwischen den Auflagerpunkten wirkenden Schubes, sondern durch entsprechende Berichtigung der Spannung in der Zugstange berücksichtigt. Die elastische Längenänderung der letzteren kann hierbei vernachlässigt werden, da sie gegenüber der grofsen Biegsamkeit des Binders nicht in Betracht kommt.

Die Wandglieder des Abschlufsbinders sind mit Rücksicht auf das Aussehen etwas anders gestaltet als beim Mittelbinder (Abb. 1 Bl. 50), indem von jedem Knotenpunkte rechtwinklige Druckstäbe und gekreuzte Zugstäbe ausgehen.

Die zwischen den beiden Binderhälften in jedem dritten Knotenpunkte angeordneten Queraussteifungen (Abb. 3 Bl. 50) bilden kurze Träger mit drei Feldern. An den mittleren Knotenpunkten derselben hängen die lothrechten Stäbe der Glasschürze, welche einerseits die Last der Schürze auf den Binder, anderseits den wagerechten Winddruck zum Theil auf die Binder, zum Theil auf den unteren Windträger zu übertragen haben. In der letztgenannten Beziehung wirken sie als Träger und bestehen daher aus zwei Gurtungen und der gitterartigen Wand. Die Glaswand liegt in der mittleren Ebene dieser lothrechten Träger und des Abschlufsbinders. Das Sprossenwerk derselben ist mit Rücksicht auf das Aussehen zum Theil erheblich stärker gehalten, als durch die Beanspruchung bedingt ist.

Der Windträger hat in der Ansicht eine möglichst schmale Gurtung von ⌐¬-förmigem Querschnitt erhalten, damit er nicht allzu kräftig in die Augen fällt (Abb. 3 u. 5 Bl. 50). Die Wandglieder bestehen aus rechtwinkligen][-förmigen Druckstäben und schrägen Zugbändern. Letztere sind gekreuzt angeordnet, da mit der Möglichkeit gerechnet wurde, dafs auch Wind von der Innenseite der Halle wirken könne. Dieser Winddruck ist zu einem Drittel des vollen Winddrucks angenommen. Der aufsen liegende Gurt des Windträgers ergiebt sich schwächer als der innen liegende, da die für seine Querschnittsbemessung mafsgebende Druckspannung durch die gleichzeitige Wirkung als Zugband des Binders erheblich vermindert wird.

Die obere Seite des Windträgers ist mit Bohlen abgedeckt, die sowohl im Inneren wie im Aeufseren der Halle einen Laufsteg bilden (Abb. 3 Bl. 50). Ein schweifseisernes Geländer in gefälligen Formen schliefst diesen Laufsteg beiderseitig ab. Zur Unterstützung der schweren Gurtungen des Windträgers dienen Consolen, die unterhalb desselben von den verlängerten lothrechten Schürzengliedern ausgekragt sind.

Die Beweglichkeit der Binderauflager am nordwestlichen Hallenabschlufs ist in der Abb. 11 auf Bl. 50 angedeutet. Die Pfeile geben die Richtung an, in der sich die Auflager bei Abkühlung, also bei Verkürzung der Eisentheile bewegen. Die beiden Füfse des Binders 29 sind danach vollständig unverschieblich gelagert und nehmen aufser dem Binderschub die wagerechten Kräfte aus dem auf die Schürze wirkenden Wind auf. Zur Uebertragung derselben auf das Mauerwerk haben die Lagerböcke auf der Unterseite neben der Rippe senkrecht zur Bindermittellinie eine Rippe parallel zu dieser erhalten (Abb. 8 bis 10 Bl. 50). Beide Auflager des Binders 30 (Abb. 6 u. 7 Bl. 50) und das eine Auflager des Abschlufsbinders 31 (Abb. 12 Bl. 50) können sich in der Richtung der Hallenachse bewegen. Das zweite Auflager des mit einer Zugstange versehenen Abschlufsbinders mufs der Verkürzung sowohl in der Binderrichtung wie in der Hallenachse folgen. In der Annahme, dafs die Wärmeänderung eine gleichmäfsige ist, ergiebt sich die resultirende Bewegung radial nach dem gegenüberliegenden Auflager des Binders 29 gerichtet, wie in Abb. 11 Bl. 50 angedeutet ist. Demgemäfs sind die Rollen gelagert (Abb. 13 bis 15 Bl. 50).

Die Berechnung der in den Windverband einbezogenen Binder als Gurte des gekrümmten Windträgers hat sich bei näherem Eingehen weniger schwierig gezeigt, als anfänglich befürchtet wurde. Die Grundzüge der Berechnung sind folgende. Denkt man sich diesen gekrümmten Träger der Einwirkung des Windes auf die Schürze ausgesetzt, so treten in jedem Knotenpunkte folgende senkrecht zur Binderebene wirkenden Kräfte auf:

1. die Spannung in den rechtwinkligen Stäben (Pfetten);
2. die in deren Richtung fallenden Seitenkräfte der Spannungen der Winddiagonalen;
3. bei dem Abschlufsbinder der auf den Knotenpunkt wirkende Winddruck.

Diese halten sich gegenseitig im Gleichgewicht, sind aber für die Beanspruchung des Binders ohne Einflufs. In die Binderebene fallen nur die entsprechenden Seitenkräfte der Diagonalspannungen und die in den Bindern selbst in ihrer Eigenschaft als Gurtungen der Windträger auftretenden Spannungen. Da diese sich ebenfalls im Gleichgewicht halten müssen, so folgt, dafs als äufsere Kräfte für die Beanspruchung der Binder lediglich die in ihre Ebene fallenden Seitenkräfte der Winddiagonalen in Betracht kommen. Es handelt sich also in erster Linie darum, die Spannungen der Winddiagonalen zu ermitteln. Hierbei ist die Unbestimmtheit, die durch die Ausdehnung des Verbandes über drei Felder und das hierdurch entstehende dreifache System von Diagonalen sich ergiebt, durch die allerdings nicht ganz zutreffende Annahme, dafs drei hinter einander liegende Windträger vorhanden seien, deren jeder sich über ein Feld erstreckt und ein Drittel der wagerechten Kräfte aufnimmt, umgangen. Die hieraus berechneten Gurtungsspannungen werden sich in den mittleren Hallenbindern, die gleichzeitig Zuggurt des einen und Druckgurt des anderen Windträgers sind, gröfstentheils aufheben. Doch ist bei der Querschnittsbemessung auf diesen Ausgleich keine Rücksicht genommen. Für die äufseren Binder ergiebt sich bei dieser Betrachtungsweise die Beanspruchung als Gurte der Windträger ziemlich genau so grofs, als wenn unter Vernachlässigung der Mittelbinder ein Windträger von dreifacher Höhe und voller (also dreifacher) Belastung zu Grunde gelegt wird.

Die Ermittlung der Spannungen, die in den Wandgliedern des Windträgers und insbesondere in den Winddiagonalen auftreten, aus Grundrifs und Aufrifs macht dann keine Schwierigkeit. Dieselbe ist in Abb. 1 auf Bl. 49 in den beiden Linienzügen, die als „Momente für die Horizontalprojection“ und „Momente für die Verticalprojection“ bezeichnet sind, in folgender Weise zeichnerisch ausgeführt. Die Momentenlinie des oberen Windträgers ist sowohl im Grundrifs wie im Aufrifs in üblicher Weise ermittelt. Die Pole der zugehörigen Kräftepläne sind mit G und F bezeichnet. Die Spannungen der beiden Gurtungen werden dann dargestellt durch die beiden abgetreppten Linienzüge, von welchen der eine die Momentenlinie von innen (Zuggurt), der andere von aufsen (Druckgurt) berührt. Der Abstand dieser beiden abgetreppten Linienzüge stellt in der betr. Projection die Differenz der Gurtungsspannungen in jedem Felde, also die in die Richtung der Gurtung fallende Seitenkraft der Diagonalspannung dar. Die beiden Projectionen dieser Seitenkraft sind an den oberen Knotenpunkten 0, 3, 6 bis 24

des Binders aufgetragen (in der Abbildung im einzelnen nicht dargestellt), und zwar die aus der „Horizontalprojection" ermittelten Kräfte wagerecht und die aus der „Verticalprojection" ermittelten senkrecht. Die Zusammensetzung beider ergiebt eine Mittelkraft, die in die Projectionsebene der Diagonalen, also in die Verbindungslinie der Knotenpunkte 0 und 3, 3 und 6 usw. fällt. Da dieses von vornherein bekannt ist, genügt die Ermittlung der Diagonalspannungen aus einer Projectionsebene. Die Ermittlung in der zweiten Ebene dient nur zur Prüfung der Richtigkeit. Die linke Hälfte des Binders in Abb. 1 auf Bl. 49 stellt einen der inneren Binder dar. Der Zug der Diagonalen wirkt daher nach aufsen, während derselbe auf der rechts dargestellten Hälfte des Abschlufsbinders nach dem Scheitel hin wirkt. Durch Zusammensetzung der Diagonalspannungen mit dem Eigengewicht ergeben sich die mit Pfeilen bezeichneten äufseren Kräfte an den genannten Knotenpunkten. Für den Abschlufsbinder ist dabei sowohl der Fall, dafs der gesamte Abschlufsbinder als Gurt des Windträgers wirkt, also das volle Eigengewicht desselben sich mit den aus den Diagonalen übertragenen Kräften zusammensetzt, als auch der Fall, dafs nur die innere Hälfte derselben mit dem halben Gewicht sich an der Uebertragung betheiligt, untersucht. Die Knotenpunktskräfte sind dann zu Kräftepolygonen und zwar zu einem „für die linke Binderhälfte" und dem vorstehenden entsprechend zu zweien „für den Abschlufsbinder" zusammengesetzt.

Für die linke Binderhälfte ist dann unter Benutzung des Poles A durch ein Seilpolygon die „Resultirende der Kräfte 0 bis 21" ermittelt und dann vom Pol E aus „die Stützlinie für $H = 4{,}22$ t", die nicht allzuweit von der Bindermittellinie sich entfernt, gezeichnet. Für diese ist dann in der früher beschriebenen Weise die Formveränderung des Bogens zahlenmäfsig berechnet und dadurch dasjenige Mafs gefunden, um welches der Scheitelschub berichtigt werden mufs, damit die Forderung unveränderlicher Stützweite erfüllt ist. Mit dem berichtigten Scheitelhub $H = 0{,}19$ t ist dann die endgültige Stützlinie vom Pol D aus gezeichnet.

Wie die Abbildung zeigt, ist die Stützlinie wenig übersichtlich, da die Schnittpunkte zweier benachbarten Seiten meistens sehr weit von dem zugehörigen Binderfeld aufserhalb des Bereichs der Abbildung liegen. Das Ergebnifs dieser Berechnung ist, dafs bei den Zwischenbindern der Obergurt in dem dem Scheitel zunächst gelegenen Felde etwas (auf Druck) verstärkt ist, indem die Querschnitte des Nachbarfeldes durchgeführt wurden, und dafs der Untergurt zur Aufnahme von Zugspannungen geeignet gemacht ist.

Bei der rechten Binderhälfte (dem Abschlufsbinder) wurde von der genauen Berechnung des Scheitelschubes abgesehen, weil bereits die vorläufig von Pol B und C aus ermittelten Stützlinien eine so günstige Lage zeigen, dafs die Beanspruchung des Binders als Gurtung des Windträgers vernachlässigt werden kann, da die Beanspruchung durch Wind in der Richtung der Binderebene für alle Glieder ungünstiger ist.

Eine Ansicht des dem Dom zugekehrten Abschlufsbinders zeigt Abb. 1 auf Bl. 50. Zu derselben mag folgendes bemerkt werden. Die Stirnfläche des Abschlufsbinders ist auf der Innenseite der Wandglieder mit Wellblech bekleidet. Die Scheitel- und Eckaufsätze sind aus getriebenem Zinkblech mit einem Eisengerippe, die Adler nebst Blattwerk, welche die Zwickel der Aufsattlung ausfüllen, aus getriebenem Schweifseisen hergestellt. Diese Theile sowie andere rein architektonische Ziertheile sind bei dem nordwestlichen Abschlufsbinder, der weniger bevorzugten Lage desselben entsprechend, fortgelassen. Die Verglasung der Schürze hat einen mattgrünlichen Grundton mit Mustern aus blauen, rothen, dunkelgelben und hellgelben Scheiben erhalten. Das von der Firma E. Grosse in Wiesau (Kreis Sagan) für die Schürze und die Fenster der Langseiten gelieferte „Patent-Kathedralglas" zeichnet sich durch gute Lichtdurchlässigkeit und glatte Oberfläche, daher geringe Neigung zum Verschmutzen aus.

Die Binder der beiden Seitenhallen bestehen aus flachen Bögen von 13,4 m Stützweite und 2,3 m Pfeil, deren Schub durch eine Zugstange aufgenommen ist (Text-Abb. 6 und 10). Sie lagern an einem Ende unverschieblich aber drehbar auf kleinen Consolen, die an den Bindern des Mittelschiffes an derjenigen Stelle, wo die äufsere Begrenzungslinie von der Lothrechten in den Segmentbogen übergeht, angebracht sind. Am anderen Ende ruhen sie bei der südwestlichen Halle mittels Rollenauflagern auf der Wand des Vordergebäudes und bei der nordöstlichen Halle auf einer pendelnden Eisenfachwerkwand, die den Abschlufs gegen die Maximinenstrafse bildet (Text-Abb. 10).

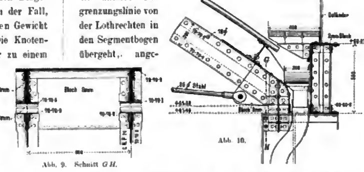


Abb. 9 u. 10. Lagerung der Seitenhalle auf der Wand an der Maximinenstrafse. 1 : 25.

Die Zugstange des bogenförmigen Binders ist in einzelnen Punkten an den Bindern aufgehängt und dabei so viel — in der Mitte um 24 cm — überhöht, dafs die lothrechten Abstände zwischen derselben und dem nach einer Kreislinie gekrümmten Binder den Ordinaten einer Parabel entsprechen. Infolge dessen erhält der Bogen bei gleichförmig vertheilter Belastung nur axiale Beanspruchung.

Die Zweitheilung des Binders ist auch in der Seitenhalle durchgeführt. Doch konnte mit Rücksicht auf die geringere Gefahr des Zerknickens die Verbindung der beiden 0,8 m entfernten][-förmig gestalteten Hälften auf Flacheisenkreuze, die nur in der Ebene der oberen Flansche angeordnet sind, beschränkt werden. Von der Anordnung eines Windverbandes zwischen zwei benachbarten Bindern ist ganz abgesehen.

Da die Seitenwand an der Maximinenstrafse vollständig pendelt, wird ein Theil des auf sie treffenden Winddrucks durch die Binder der Seitenhalle auf die Binder der Haupthalle übertragen. Die Binder der Seitenhalle werden hierdurch jedoch nur wenig beeinflufst, da die hierbei übertragenen wagerechten Kräfte kleiner sind als die Spannung, die in der Zugstange infolge des Eigengewichts der Halle herrscht. Die Zugstange wird also

nur entlastet, aber nie ganz schlaff. Die Spannungsverminderung in dieser wirkt auf den Bogen nur insofern ein, als die Aufhängestangen an den Knickpunkten der Zugstangen infolge dessen einen geringeren Zug erhalten. Die Gelenke an den Auflagern (Text-Abb. 10) der Binder sind durch schmale prismatische Stäbe gebildet. Diese sind in die obere und in die untere Platte etwas eingelassen, um wagerechte Kräfte übertragen zu können. Um ein Abheben zu verhindern, was das vollständige Umkippen der Seitenwand zur Folge haben könnte, sind die Binder mit den unter ihnen befindlichen Stützen durch flache Bleche, die zwischen den beiden Binderhälften so angenietet sind, dafs sie sich in der Ebene, in welcher das Auflager gelenkartig wirken soll, leicht verbiegen können, verbunden (Text-Abb. 9 und 10).

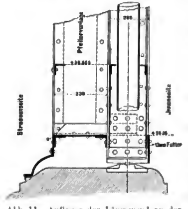


Abb. 11. Auflager der Längswand an der Maximinenstrafse. 1 : 20.

Die Hallenwand an der Maximinenstrafse ist gelenkartig auf dem massiven Unterbau gelagert. Oben ist sie, wie erwähnt, gegen die Binder der Haupthalle durch die Binder der Seitenhalle abgesteift. Sie mufs also alle Bewegungen, die in der Haupthalle bei Wind und bei Wärmeänderungen entstehen, mitmachen. Um das Pendeln derselben zu erleichtern, sind nur die Stiele, die unter den Binderauflagern stehen, auf dem Unterbau, also auf den durch schmale Vorlagen verstärkten Pfeilern aufgelagert (Text-Abb. 11). Zwischen diesen Stielen ist die von grofsen Fensteröffnungen durchbrochene Wand so eingehängt, dafs zwischen ihr und der auf dem Unterbau errichteten niedrigen massiven Brüstungsmauer eine — für das Auge verdeckte — Fuge verbleibt. Die Wärmeausdehnung in der Längsrichtung ist hier dadurch ermöglicht, dafs in jedem zweiten Feld der Anschlufs der Wand an die Pfosten auf einer Seite mit länglichen Löchern bewirkt ist.

Um die Unterhaltung des Eisenwerkes und der Verglasung zu erleichtern, ist auf bequeme Zugänglichkeit sämtlicher Theile der gröfste Werth gelegt, sodafs selbst an Schwindel leidende Personen fast überall hin gelangen können. So führen an folgenden Stellen bequeme zum Theil mit Geländern versehene Längsfufswege aus Holzbohlen die ganze Halle entlang:

1. über den äufseren Rinnen der Seitenhallen,
2. über den inneren Rinnen der Seitenhallen, also an der Aufsenseite der Seitenfenster der Mittelhalle (Abb. 5 und 6, Bl. 49),
3. über den Dachrinnen der Mittelhalle (Abb. 6 Bl. 49),
4. unterhalb der Oberlichtsättel in halber Höhe des Daches der Mittelhalle (Text-Abb. 6).

Von letzterer führen zwischen den einzelnen Oberlichtsätteln Laufstege aus mit Leisten benagelten Bohlen (Abb. 7 Bl. 49) bis zum Dachreiter. Von diesen kann man ins Innere des Dachreiters gelangen und in diesem auf der Scheitelpfette die ganze Halle entlang gehen, vor dem Herabstürzen durch ein in der Fläche des Obergurtes der Dachbinder gespanntes Drahtnetz geschützt. Diese Laufstege, sowie der innere und der äufsere Schürzengang sind durch zwei Treppen, die in den einander diagonal gegenüberliegenden Füfsen der Endbinder sehr geschickt so angeordnet sind, dafs sie einerseits dem Beschauer nicht auffallen, anderseits bequem besteigbar sind, zugänglich gemacht. (Schlufs folgt.)

Die Stauschleuse in der Bocholter Aa in Bocholt.

Eine neue Ausführungsform von Wehren mit beweglichen Griesständern.

(Mit Abbildungen auf Blatt 51 im Atlas.)

Im Laufe des vergangenen Jahres ist von dem Unterzeichneten innerhalb der Stadt Bocholt i. W. eine Stauanlage nebst Strafsenbrücke ausgeführt worden, deren Beschreibung ein besonderes Interesse bietet, weil sie eine neue, von den bisher ausgeführten Anlagen wesentlich abweichende Bauart der Schützenwehre mit beweglichen Griesständern zeigt. Der Bau wurde veranlafst durch die Regulirung der Bocholter Aa, eines Nebenflusses der Yssel, dessen mangelhafte Vorfluthverhältnisse eine durchgreifende Verbesserung erheischen.

Die Aufstellung des Entwurfs und die Ausführung des Bauwerks erfolgte durch den Unterzeichneten unter der Oberaufsicht und Mitwirkung des Meliorations-Bauinspectors Nolda in Münster i. W. im Auftrage und auf Kosten der Stadt Bocholt mit erheblicher Beihülfe des Staates und der Provinz. Die besonderen Entwürfe wurden in der Zeit vom 1. April bis Mitte Juni 1895 so weit gefördert, dafs der Bau am 1. Juli in Angriff genommen werden konnte. Die Arbeiten wurden dadurch erschwert, dafs zunächst die an derselben Stelle befindliche steinerne, in der ganzen Sohlenbreite auf Beton gegründete alte Schleuse von ungenügender Durchflufsweite nebst Brücke entfernt und das Bauwerk vor Eintritt der gröfseren Winterfluthen mit etwa 60 cbm/Secunde Wasserführung dem Betrieb übergeben werden mufste, um unabsehbaren Schaden zu verhüten.

Die Schleuse dient zum Stau einer Mühle, welcher zahlreiche, an der Aa belegene Fabriken folgen, sodafs darauf Bedacht zu nehmen war, während des Baues durch einen 3 m hohen Fangedamm oberhalb der Baustelle den Wasserspiegel auf der gewöhnlichen Höhe zu erhalten.

Auf die örtlichen Verhältnisse und die Ausführung der Gründungs- und Maurerarbeiten soll, obwohl diese wegen des anstehenden Triebsandes manches Bemerkenswerthe boten, im folgenden nicht näher eingegangen werden, und es mag sich die Erörterung auf die Bauart der eisernen Wehrtheile beschränken, zu deren besserem Verständnifs zunächst einige allgemeine Betrachtungen dienen mögen. — Die bislang ausgeführten Schützenwehre mit beweglichen Griesständern leiden mehr oder

weniger an dem Uebelstand, dafs die Vorkehrungen zum Aus- und Einschwenken der Griesständer, sowie ihre Feststellvorrichtungen

a) unvollkommen oder kostspielig in der Anlage,

b) unsicher und schwerfällig in der Bedienung sind.

Der Vorwurf der geringeren Widerstandsfähigkeit, welcher häufig allen Stauanlagen mit beweglichen Griesständern gemacht wird, ist nicht begründet, da bei guter Ausführung dieselbe Festigkeit und Dauerhaftigkeit sich erreichen läfst, wie bei unbeweglichen, und trifft mit Grund nur diejenigen Anlagen, bei denen vergängliche Theile dauernd unter Wasser sich befinden oder gar an der Sohle befestigt sind. Auch lassen sich die Stauanlagen mit beweglichen Griesständern ebenso dicht herstellen, wie solche mit festen Ständern, wie die neue Anlage in Bocholt beweist.

Es würde zu weit führen, auf die verschiedenen, bislang zur Ausführung gekommenen Griesständer-Anordnungen näher einzugehen. Zur Erkennung der Vortheile der neuen Bauart möge nur daran erinnert werden, dafs es — mit wenigen Ausnahmen — erforderlich ist, Griesständer nach dem Unterwasser hin hochzuwinden, da vorgelagerte Eis- oder Schilfmassen einer stromaufwärts gerichteten Bewegung der Ständer hinderlich werden können. Das Zurückführen der Ständer in ihre senkrechte Lage entgegen der Stromrichtung behufs Erneuerung des Staues erfordert jedoch bei starkem Wasserandrang eine bedeutende Kraft, sodafs besondere bauliche Anordnungen getroffen werden müssen, die einen stromaufwärts gerichteten Zug auf die an der Oberwasserseite der Brücke befindlichen Griesständer ermöglichen.

Da consolenartige Ausleger nebst den erforderlichen Kettenzügen zwischen den Schützentafeln und ihren Führungsvorrichtungen schwer anzubringen sind, auch sonst zu Unzuträglichkeiten führen, so kamen für diesen Zweck bislang nur noch besondere, stromaufwärts angelegte Bedienungsbrücken in Betracht, die natürlich kostspielig in der Anlage sind und dabei die Bedienung schwerfällig machen.

Auch eine befriedigende Feststellvorrichtung, von deren Festigkeit und sicherer Wirkungsweise der Werth einer Anlage wesentlich abhängt, ist anscheinend noch nicht zur Ausführung gekommen. Es sei nur an das bekannte Pretziener Wehr erinnert, das die mittels einer Kette ein- und ausrückbare Sperrklinke besitzt, die durch ihr Gewicht einfällt, jedoch ein sicheres Eingreifen weder gewährleistet, noch kenntlich macht, weil die Haupttheile sämtlich unter Wasser liegen, während eine gute Feststellvorrichtung zwangläufig und aufserdem gegen böswillige Lösung bequem verschliefsbar sein mufs.

Diese Uebelstände lassen sich durch Ausbildung der Griesständer zu doppelarmigen Hebeln in einfacher Weise beseitigen und mit ihrer Hülfe können leicht folgende wesentliche Vortheile erzielt werden:

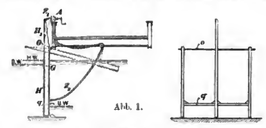
1. Die Bewegung der Griesständer erfolgt mittels einer einzigen Antriebsvorrichtung nach dem Ober- und Unterwasser hin leicht und sicher durch einen Mann bei jedem Wasserstand.

2. Die Feststellvorrichtung der Griesständer läfst sich leicht zugänglich und zwangläufig anordnen, sodafs sie mit untrüglicher Sicherheit wirkt. Sämtliche nicht unverwüstlichen Bestandtheile befinden sich aufserhalb des Wassers.

3. Mehrere Griesständer lassen sich zu einem Rahmen vereinigen, der von einer Stelle aus bewegt und verriegelt werden kann.

Zur näheren Klarstellung dieser Punkte mögen folgende Angaben dienen:

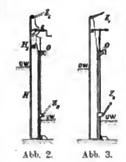
Zu 1. Am Ende des oberen Hebelarmes H_1 des Griesständers G, Text-Abb. 1, ist das eine Ende des Kettenzuges Z_1 Z_2 befestigt, der über das Antriebsrad A und unmittelbar weiter über zwei unterhalb der Brückenbahn befindliche Leitrollen bis zur Befestigungsstelle am unteren Ende des Griesständers geführt wird. Der über das Antriebsrad A laufende Theil der Kette ist kalibrirt, und diese befindet sich in ihrer


Abb. 1.

ganzen Länge aufserhalb des Wassers, wird sogar bis auf einen geringen Theil den Einflüssen der Witterung entzogen. Es ist nun ohne weiteres klar, dafs die durch ein Vorgelege in beliebiger Richtung bewirkte Drehung des Rades A eine entsprechende Drehung des Griesständers zur Folge hat. Die Kette, die selbst bei gleichen Hebelarmen ungespannt angeordnet werden mufs — da den verschiedenen Stellungen der Griesständer nicht die genau gleiche Kettenlänge entspricht, sondern die erforderliche Länge bei einer Drehung der Ständer um etwa 45° am gröfsten wird —, wird dann an der einen Seite vom Antriebsrad A frei herunterhängen, ein Umstand, der vollständig unbedenklich ist, sobald durch einen einfachen Schutzbügel über A das böswillige Abstreifen vom Rade, etwa bei hochgezogenen Griesständern, verhindert wird. Ein verschliefsbares Sperrrad hält die letzteren sowohl in der wagerechten wie senkrechten Lage fest, sodafs die Feststellung der Pfosten von dem bedienenden Wärter in aller Ruhe erfolgen kann.

Zu 2. Diese Feststellung geschieht gleichfalls unter Zuhülfenahme des oberen Hebelarmes H_1, der die Anordnung einer leicht zugänglichen zwangläufigen Feststellungsvorrichtung ermöglicht, ohne die Drehung des Griesständers zu verhindern, durch Verriegluug, bei welcher der Riegel entweder durch Schrauben, oder durch Hebelkraft bewegt wird.

Die Anwendung von Schrauben empfiehlt sich stets, sobald mehrere Griesständer zu einem Rahmen vereinigt werden, da hierbei eine gröfsere Kraftentwicklung möglich ist, um die vermehrte Reibung zu überwinden. Aufserdem wird hierbei jede Störung ausgeschlossen, insofern die Verrieglung, sich selbst überlassen, stets in der ihr gegebenen Lage festgehalten wird und ein vorzeitiges Herabfallen des Riegels bei der Zurückführung des Pfostens in die senkrechte Lage unmöglich ist. In nebenstehender Text-Abb. 2 ist diese Art der Verrieglung dargestellt und zugleich mittels des Winkelhebels d eine für die Bedienung vortheilhafte wagerechte Lage der Schraubenspindel s herbeigeführt.


Abb. 2. Abb. 3.

Sollen die Griespfosten einzeln beweglich bleiben, so genügt die billigere und einfachere Anordnung eines einarmigen

Hebels in der S. 430 angedeuteten Weise, Text-Abb. 3. Auch hier kann durch eine geeignete Vorkehrung, z. B. durch einen Absatz, auf den der Hebel seitwärts gedrückt wird, der Riegel in seiner höchsten Lage festgehalten werden.

Eine Feststellung von Griesständern mittels Verrieglung ist, so weit dem Unterzeichneten bekannt, bisher noch nicht ausgeführt, wohl aus dem Grunde, weil ohne Verlängerung der Ständer über ihren Drehpunkt hinaus die Anbringung einer derartigen, leicht zugänglichen und zugleich zwangläufigen Anordnung sich schwer erreichen läfst. Von Herrn Bauinspector Nolda ist aber seiner Zeit eine noch nicht ausgeführte Stauanlage in der Alme i. W. entworfen worden, die auch eine Verrieglung vorsieht und die Anregung zu der vorliegenden neuen Bauart mit gegeben hat. Die ganze Ausführung konnte dort einfacher gehalten werden, weil das Wehr lediglich Wiesenbewässerungszwecken dienen soll und die Feststellung der Griesständer vom Ufer aus unterstützt werden kann. Dabei wird der unten zu einer breiten Platte ausgeschmiedete und mit einem starken Gelenk c, Text-Abb. 4 bis 6, versehene Riegel mittels einer kurzen Kette, die von der Bedienungsbrücke aus zugänglich ist, hochgezogen, sodafs der Griesständer zwischen den beiden Knaggen des in der Sohle eingelassenen gufseisernen Schuhes nach dem Unterwasser hindurchschlagen und hochgewunden werden kann. Sobald die Kette dann freigelassen wird, fällt der Riegel in seine untere Lage zurück, da derselbe lose in seinen Führungen gleitet. Dies kann zu keinen schädlichen Stöfsen Veranlassung geben, denn beim Herablassen des Ständers legt sich der um das Gelenk c bewegliche Theil b des Riegels schräg, sobald er gegen die Knaggen stöfst, und schleift über diese so lange, bis bei weiter fortgesetzter Bewegung des Ständers gegen das Oberwasser hin der Theil b von den Knaggen herunterfällt und, indem er seine senkrechte Lage wieder annimmt und sich vor die Knaggen legt, den Griesständer selbstthätig feststellt.

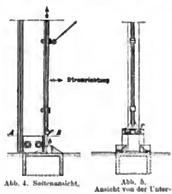


Abb. 4. Seitenansicht.

Abb. 5. Ansicht von der Unterwasserseite.

Abb. 6. Schnitt AB.

Abb. 4 bis 6. Entwurf zu einem Wehr in der Alme in Westfalen.

Zu 3. Indem man durch ein Querstück q unter Wasser drei Griesständer in der in Text-Abb. 1 angedeuteten Weise verbindet und sie auf einer gemeinschaftlichen Welle drehbar anordnet, läfst sich leicht eine Vereinigung der Ständer zu einem Rahmen durchführen, der von dem mittleren, zu einem doppelarmigen Hebel ausgebildeten Griesständer aus bewegt werden kann. Es vereinfacht sich hierdurch Bedienung und Anlage naturgemäfs erheblich, um so mehr, als auch eine gemeinschaftliche Feststellvorrichtung von dem mittleren Ständer aus, die ebenso dauerhaft ist und sicher wirkt, wie bei einzelnen Ständern angebracht werden kann, wie aus der Beschreibung der Bocholter Anlage selbst hervorgehen wird. Da aufserdem mit Hülfe eines solchen Rahmens schnell und sicher eine beträchtliche Oeffnung freigelegt wird, so kann eine derartige Ausführung auch als Flofs- oder Schiffsdurchlafs dienen; namentlich, wenn die Schützentafeln innerhalb des Rahmens durch Klappen ersetzt werden, die sich um eine am Rahmen befestigte wagerechte oder senkrechte Achse drehen, und mit diesem zugleich hochgewunden werden, eine Anordnung, die sich ohne erhebliche bauliche Schwierigkeiten durchführen läfst.

Die Querverbindung q unter Wasser erscheint auf den ersten Anblick vielleicht bei Eisgang bedenklich in dem Augenblick, in dem sie beim Hochwinden des Rahmens die treibenden Eismassen durchschneidet. Veranschaulicht man sich jedoch durch Text-Abb. 1 die Lage der Querverbindung bei schräg eingestellten Griesständern, unter denen die vorher zurückgehaltenen Eisschollen hinwegzugleiten beginnen, so ist klar, dafs nur kleine Schollen, deren Gröfse durch den lichten Abstand der Griesständer von einander bestimmt ist, sich gegen das Querstück legen können, ein Umstand, der nicht ins Gewicht fällt, während grofse Schollen unter den Ständern hinwegtreiben bez. die letzteren hochheben, ohne das Querstück zu treffen.

Den Rahmen windschief verdrehende, d. h. excentrisch in der Richtung der Strömung wirkende Kräfte können nicht auftreten, wenigstens nicht in einer für eine kräftige Ausführung schädlichen Gröfse, sobald nur die Entrieglung an allen drei Ständern gleichzeitig erfolgt, und dies ist mit beliebiger Genauigkeit bei einer zwangläufigen Feststellvorrichtung leicht zu erreichen.

Es mag nun auf die ausgeführte Wehranlage selbst näher eingegangen werden.

Die Schleuse besitzt eine lichte Weite von 15,60 m, entsprechend einem Abstande der neun Griesständer von 1,60 m. Diese sind sämtlich drehbar angeordnet, und zwar sechs Ständer, je drei an jeder Seite, zu zwei Rahmen vereinigt, während die drei mittleren einzeln beweglich gelassen sind, um nach Bedürfnifs auch eine kleinere Oeffnung freilegen zu können. Mit der Schleuse verbunden ist eine eiserne 6 m breite Strafsenbrücke, deren zwei Hauptträger mit Rücksicht auf ein möglichst einfaches Anbringen der Antriebsvorrichtungen für Schützen und Griesständer als Parallelträger von 16,50 m Stützweite ausgebildet sind. Die gepflasterte Fahrbahn ruht auf Tonnenblechen, die sich unmittelbar von Querträger zu Querträger spannen; zwei Reihen Längsverbindungen aus U-Eisen dienen zur Versteifung dieser Querträger gegen den Zug der Tonnenbleche. Einem steigenden Verkehr in späteren Zeiten soll durch seitlich ausladende Fufssteige Rechnung getragen werden.

Die 2,20 m hohen und 1,48 m breiten Schützentafeln bestehen aus einem schmiedeeisernen Rahmen mit aufgenieteter 8 mm starker Blechplatte und erhalten ihre Bewegung durch eine Zahnstange. Zwei Schützentafeln, je im vierten Felde von den Widerlagern aus gerechnet, sind in zwei Hälften getheilt, können jedoch durch eine Kupplungsvorrichtung verbunden und dann wie eine Tafel bewegt werden. Dies ist geschehen, um den Abflufs geringer Wassermassen besser regeln zu können und um die an der Oberfläche schwimmenden kleineren Gegenstände und Unreinigkeiten abzuführen.

Das beigefügte Lichtbild, Text-Abb. 7, zeigt die von der Oberwasserseite her aufgenommene Gesamtanlage im Betrieb. Die fünf rechtsseitigen Schützentafeln sind hochgewunden, desgleichen die zu einem Rahmen verbundenen rechtsseitigen Griesständer bis zu einem Winkel von 45° und der anschliefsende einzelne Griesständer bis in seine höchste, wagerechte Lage.

Von der linken getheilten Schützentafel ist die obere Hälfte gleichfalls hochgezogen. Die Winden der Griesständer und Schützen sind, wie auf der linken Brückenhälfte ersichtlich, auf dem Obergurt des Hauptträgers angebracht, ohne in die Fahrbahn hineinzuragen. Die Feldweiten der Hauptträger entsprechen dem Abstand der Griesständer, und diese sind in der Mitte der Felder angeordnet, woselbst der Kettenzug der Winde ohne Störung hindurchgeführt werden kann und die Verrieglung leicht zugänglich ist. Der wagerechte Druck der Griesständer auf den Untergurt, welch letzterer hierdurch in jedem Felde etwas auf Biegung beansprucht wird, kommt im vorliegenden Fall bei

ständer aufnehmen. Diese Schuhe, mit Cement untergossen und gegen Abheben durch Steinschrauben gesichert, ragen aus der im übrigen ohne Absatz durchgehenden Sohle nur mit den Knaggen hervor, die zur Feststellung bez. zur seitlichen Stütze der Griesständer dienen. Letztere werden nach dem Unterwasser hin hochgewunden und legen sich, wie in Abb. 2 Bl. 51 punktirt angedeutet, wagerecht unter die Brückenbahn.

Die Durchbildung von drei zu einem Rahmen vereinigten Griesständern ist aus Abb. 4 bis 9 Bl. 51 ersichtlich. Abb. 4 Bl. 51 zeigt die seitliche Ansicht des mittleren Griesständers nebst seiner Antriebsvorrichtung und Verrieglung, sowie einen Schnitt durch



Abb. 7.

dem starken Querschnitt desselben nicht in Betracht. Dagegen ist es schon wesentlicher, dafs der Zug in der Zahnstange der Schützentafel, der bei der starken Ausladung der Winde über den Obergurt hinaus, den letzteren auf Verdrehung beansprucht, dadurch unschädlich gemacht wird, dafs die Schützenwinde sich über der Verticalen befindet.

Auf Bl. 51 ist die Anlage in ihren Einzelheiten zur Darstellung gebracht. Abb. 1 bis 3 zeigt die Gesamtanordnung der Schleuse, die in ihrer Gründungsart und der Form ihrer Widerlager nichts besonders Bemerkenswerthes bietet. Das 1,20 m starke Betonbett ist mit 0,30 m hohen, in Cement versetzten Säulenbasalten abgepflastert, bis auf den Fachbaum, der aus zwei Reihen Werksteinen aus Basaltlava von durchschnittlich 0,40 m Stärke besteht. Die vordere Reihe enthält die 0,60 m hohen Quader, welche die gufsstählernen Schuhe für die Gries-

die halbe Fahrbahn. Der obere Hebelarm des Ständers mufste mit Rücksicht auf die hohe Lage des Antriebsrades, das aus einer Kettennufs besteht, etwas lang ausgeführt werden, doch läfst sich infolge dessen das Zurückführen des Rahmens in seine senkrechte Lage der Stromrichtung entgegen um so leichter bewerkstelligen. Um trotzdem ein gefälligeres leichteres Aussehen zu erzielen, wurden Steg und die diesen stromaufwärts säumenden Winkel in der aus Abb. 4 u. 5 Bl. 51 ersichtlichen Weise abgearbeitet, während die Winkel an der Unterwasserseite ganz fortfallen konnten, da die verhältnifsmäfsig geringe Beanspruchung diese entbehrlich macht. Der 13 mm starke Kettenzug ist mittels eines durch die Deckplatte des Obergurtes gebohrten Loches auf dem kürzesten Wege über zwei Leitrollen zur Befestigungsstelle am unteren Theil des Griesständers geführt und hierdurch fast in seiner ganzen Länge den Einflüssen der

Witterung entzogen. Er wird infolge der sehr schwer gebauten Ständer bei wagerechter Lage des Rahmens mit etwa 1200 kg beansprucht, doch läfst sich naturgemäfs diese Beanspruchung entsprechend der Vergröfserung des Hebelarmes auch verringern, wenn man sich nicht scheut, die Befestigungsstelle der Kette unterhalb des Unterwasserspiegels anzubringen. Die Griesständer erhielten einen möglichst gedrungenen Querschnitt, einmal, um an Bauhöhe zu sparen, die ja durch die wagerechte Stellung der Ständer mit beeinflufst wird, sodann, um der zerstörenden Einwirkung des Wassers eine möglichst geringe Oberfläche zu bieten. Hierbei beträgt die stärkste in den Losständern auftretende Spannung bei einem Wasserüberdruck von 2,50 m 1000 kg/qcm.

Mittels der durchgehenden, am Untergurt in Lagern ruhenden 45 mm starken Welle und dem unter Wasser befindlichen Querstück wurde der mittlere Griesständer mit seinen beiden benachbarten Pfosten, Abb. 5 Bl. 51, zu einem Rahmen verbunden, wobei bemerkt werden mag, dafs das Querstück wiederum der gedrungenen Form halber durch zwei aufeinandergenietete Winkeleisen mit starken Schenkeln gebildet ist und die Welle der leichteren Aufstellung halber aus zwei gleichlangen Stücken besteht.

Die Hängelager der Griesständer sind aus Abb. 4, 5, 7 u. 8 Bl. 51 mit genügender Deutlichkeit ersichtlich. Der Verfasser hat sie der kurzen Lieferfrist wegen an den zu einem Rahmen verbundenen Griesständern genau so ausführen lassen, wie an den einzelnen Ständern, obwohl sie an den ersteren bedeutend einfacher gestaltet werden könnten.

Die Feststellung, Abb. 4 bis 9 Bl. 51, erfolgt an allen drei Ständern gemeinschaftlich durch eine Verrieglung entsprechend der Text-Abb. 1. Zu dem Zweck ist das Stehblech am oberen Hebelarm des mittleren Ständers etwa in halber Höhe abgeschnitten, Abb. 4 Bl. 51, und durch zwei seitlich auf die Schenkel der Winkeleisen aufgenietete 6 mm starke Bleche mit den erforderlichen Futterstücken ersetzt (Abb. 4, 5, 9 Bl. 51). Der hierdurch eingeschlossene und gegen Regen geschützte Zwischenraum dient zur Aufnahme der Schraubenspindel mit Mutter aus Rothgufs, die wie ein Kreuzkopf in Schlitzen der erwähnten Bleche geführt wird und mit ihren seitlich hervorragenden Zapfen in die länglichen Augen der beiderseits angebrachten Kniehebel eingreift (Abb. 4 u. 9 Bl. 51). Bewegt sich bei Drehung der Schraubenspindel mittels einer aufgesetzten Kurbel die Mutter, so erfolgt eine Drehung der Kniehebel und dadurch eine lothrechte Bewegung des mit ihnen durch ein Gelenkstück verbundenen Gestänges, das unten an der Sohle den Riegel trägt.

Die Bewegung der Verrieglung am mittleren Ständer wird nun folgendermafsen auch den Riegeln der gekuppelten Nebenständer mitgetheilt: Der Welle O gegenüber ist das Gestänge zu einer Schleife ausgeschmiedet und umschliefst mit dieser den auf der Welle — an der gleichzeitig die Griesständer aufgehängt sind — aufgekeilten Daumen D (Abb. 4 u. 8. Bl. 51). Wird mithin die Verrieglung am mittleren Griesständer gehoben oder gesenkt, so dreht sich entsprechend die Welle O. Auf dieser sind nun den beiden benachbarten Griesständern gegenüber zwei dem ersten ganz gleiche Daumen befestigt, die ihrerseits in entsprechende Schleifen der zu jenen Ständern gehörigen Riegelgestänge eingreifen und diese Riegel bei einer Drehung der Welle gleichzeitig mit der Verrieglung des mittleren Ständers in Bewegung setzen.

Wie aus Abb. 5, 7 u. 9 Bl. 51 ersichtlich, wird die gute Bewegung und Führung der Schützentafeln durch die Verlängerung der Griesständer über ihren Drehpunkt hinaus und deren Verrieglungsvorrichtung in keiner Weise beeinträchtigt. Die Griesständer schlagen mit 2 cm Spielraum durch die hochgezogenen Schützentafeln hindurch, da die Tafeln zwischen sich eine Oeffnung von 12 cm frei lassen, und die auf dem Stehblech des Ständers befestigten Theile der Verrieglung auf einen Raum von 10 cm Breite zusammengedrängt sind. Auch die auf die Schraubenspindel gesetzte Handkurbel kann keine Störung hervorrufen, da die Kurbel beim unerwarteten Durchschlagen der Ständer sich von selbst abstreift und stets in der Hand des Wärters bez. in der am Obergurt befestigten Stütze s (Abb. 4 Bl. 51) bleibt. Dieser Punkt ist um so wichtiger, als z. B. bei vorgelagerten Eismassen der Druck auf die Losständer sehr beträchtlich sein kann, und es dann falsch sein würde, die Ständer etwa mit Hülfe der oberen Kette in der senkrechten Lage noch eine Zeit lang mit Gewalt festhalten zu wollen, um irgend welche Verrichtungen an ihnen vorzunehmen. Es war vielmehr die Anordnung von dem Gesichtspunkte aus zu entwerfen, dafs nach erfolgter Entrieglung die Ständer plötzlich und mit Gewalt nach dem Unterwasser durchschlagen, sodafs keine Theile mit ihnen auch nur vorübergehend in Verbindung gebracht werden dürfen, die bei Unachtsamkeit eine freie Bewegung der Ständer verhindern.

Die Verrieglungsvorrichtung der einzelnen Griesständer, die im übrigen genau so gestaltet sind, wie die zu einem Rahmen vereinigten, ist durch Abb. 10 bis 12 Bl. 51 veranschaulicht. Es genügt hier, wie oben erwähnt, ein einfacher Hebel, um das Gewicht und die Reibung der Feststellvorrichtung zu überwinden.

Auch hier kam es darauf an, eine gedrängte Anordnung von 10 cm Breite zu schaffen, die es zugleich gestattet, den Riegel in seiner höchsten Lage schnell festzulegen, um gleich nach der Entrieglung den durchschlagenden Ständer sich selbst überlassen zu können. Dies ist durch eine aufgenietete Platte erreicht, deren rechtwinklig gebogener, der Brückenbahn zugewandter Theil einen Schlitz aufweist, in dem der Hebel der Verrieglung sich bewegt. Das Auge bei C (Abb. 11 Bl. 51) dreht sich mit Spielraum um den zugehörigen Zapfen, sodafs es möglich ist, den Hebel bei seiner Entrieglung in der höchsten Lage schnell nach rechts auf den Absatz P (Abb. 10 Bl. 51) zu drücken, bevor der Griesständer entweicht. Zur gröfseren Kraftentfaltung und besseren Handhabung ist der Hebel durch ein lose sitzendes Aufsatzstück a (Abb. 11 Bl. 51) verlängert, das, wenn es dem Wärter entgleiten sollte, ohne an den Obergurt zu stofsen, mit durchschlagen kann und zu diesem Zweck gebogen ist.

Sowohl die Verrieglung der gekuppelten, wie der einfachen Griesständer ist durch ein Hängeschlofs in einfacher Weise verschliefsbar, um eine böswillige Lösung zu verhüten. Das eine Mal hindert der Verschlufs (in der Abb. nicht mit aufgenommen) die Drehung der Schraubenspindel, das andere Mal die Bewegung des Hebels. Bemerkt mag übrigens werden, dafs eine bis zur Sohle gesenkte Schützentafel ein Durchschlagen der zu ihr gehörigen Griesständer verhindert, da sich die Tafel unten gegen die Knaggen des Schuhes legt und die stromaufwärts gelegenen Winkel der Griesständer ihrerseits gegen die Schützentafel stofsen. Die Riegelzunge selbst ist zu einem breiten schaufelförmigen Stück ausgeschmiedet. Die starken Knaggen, gegen die sie sich stützt, lassen zwischen sich genügenden Spielraum, um den etwas abgearbeiteten Griesständer hindurchführen zu können. Hierbei

ist zu beachten, dafs die führenden Kanten der Knaggen nach dem Unterwasser hin trichterförmig auseinander gehen, um das Hineingleiten des Losständers zu erleichtern. Ferner mufs letzterer im verriegelten Zustand seitlichen Stöfsen gegenüber an der Sohle im Schuh Halt finden, auch einer Verdrehung um seine senkrechte Mittellinie, die stets eintritt, wenn die eine Schützentafel gezogen ist, während die Nachbartafel noch im Wasser sich befindet, Widerstand entgegensetzen. Dies ist durch zwei weitere Knaggen oberhalb der ersteren erreicht, die die stromaufwärts gerichteten Flanschen des Ständers zwischen sich fassen und zugleich eine nothwendige Führung für den zurückpendelnden Ständer bilden. (Vergl. das angenietete Schmiedestück F Abb. 4 u. 6 Bl. 51.)

Bei den zu einem Rahmen vereinigten Griesständern genügt es natürlich den mittleren zu führen, und die stromaufwärts gelegenen Knaggen an den Schuhen der seitlichen Ständer fallen am besten ganz fort. Aber auch die Knaggen des mittleren Schuhes brauchen sich nicht dicht an die Flanschen des Pfostens zu legen, da der Rahmen in sich genügend Steifigkeit besitzt und nur gegen starke seitliche Stöfse gesichert sein mufs. Dies ist wichtig für die Längenänderung der Brücke bei Wärmeschwankungen, die weiter unten noch besondere Berücksichtigung finden werden.

Besonders mag noch die vollständig gelungene Dichtung unterhalb der Losständer zwischen den Schützentafeln erwähnt werden, die in ihrer vorliegenden einfachen Form ein Verdienst des liefernden Werkes ist. Da nämlich die Griesständer schon mit Rücksicht auf eine Durchbiegung der Brücke bei voller Verkehrslast, ungenaue Montage u. dergl. mit etwa 2 cm Spielraum an der Sohle pendeln sollten und die Schützen, wie erwähnt, 12 cm von einander entfernt sind, so ergab sich ohne weitere Vorkehrungen unter jedem Ständer eine Quelle von etwa 24 qcm; bei neun Ständern stellte dies einen bedeutenden Wasserverlust dar, der bei einer guten Anlage unbedingt vermieden werden mufste. Es war nun von vorn herein klar, dafs der breite Riegel zur Abschneidung dieser Wasseradern in erster Linie berufen war. Um jedoch auch eine seitliche Quelle zwischen Riegel und Schützentafel abzuschneiden, gab das Werk dem Riegel die nach dem Oberwasser hin zurücktretende Form (Abb. 4 u. 6 Bl. 51), sodafs die 34 mm breite seitliche Führungsleiste N (Abb. 6 Bl. 51) des Schützes dicht an der Rückseite des Riegels hinabgleitet, und erreichte hierdurch die vollkommene Dichtung.

In Abb. 13 bis 22 Bl. 51 sind die Schützentafeln mit ihren Führungsvorrichtungen dargestellt, und zwar zeigen Abb. 13 bis 21 die getheilten Schützen, die nach Belieben mittels einer Kupplung miteinander verbunden werden können. Die Schützentafeln hängen an Zahnstangen, die durch zwei seitlich angebrachte ⊔ Eisen versteift werden. Wie aus Abb. 16 ersichtlich, ist die Aufhängung der schweren Schützen an dem Antriebsrade der Winde stark excentrisch, sodafs ein starker Druck die Tafeln auch aufserhalb des Wassers stets gegen ihre Gleitflächen prefst, und nur eine einseitige Führung senkrecht zur Ebene der Schützen nothwendig wird, während die seitliche Führung durch die vorspringenden Schenkel der auf die Tafeln genieteten Winkel N gewährleistet wird. Den nothwendigen Gegendruck gegen das Antriebszahnrad der Winde, der verhindert, dafs die Zahnstange aus dem Eingriff des letzteren herausspringt, giebt das Leitrollenpaar R (Abb. 16 u. 18 Bl. 51), das von den [Eisen der Zahnstangen umfafst wird und am Obergurt befestigt ist. Oberhalb der Griesständer übernehmen zwei Leisten L, die aus genau abgehobelten L Eisen bestehen, die Führung der Schützen. Wirkungsweise und Befestigungsart dieser Leisten ist am besten aus den Abb. 4, 5, 7 u. 9 Bl. 51 ersichtlich.

Die Vereinigung der getrennten Schützenhälften, von denen die obere fest mit der Zahnstange verbunden ist, geschieht durch einen Druck auf einen am oberen Ende der Zahnstange befestigten doppelarmigen Hebel (Abb. 16 Bl. 51), der durch ein leichtes Gestänge, das im Hohlraum der Zahnstange geschützt hinabgeführt wird, die Kupplung ein- oder ausrückt. Diese ist, etwas abweichend von der ursprünglichen Ausführungsform des Verfassers, der als Kniehebel ausgebildete Haken durch das Gestänge bewegen liefs, von der Fabrik in der in Abb. 19 bis 21 Bl. 51 dargestellten Weise bewerkstelligt. Auf dem Zapfen B, der durch ein Schmiedestück an den ⊓ Eisen der Zahnstange befestigt ist, sitzen drehbar die daumenartig geformten drei Stützen T. In diese sind schräge, d. h. nicht radial gerichtete Schlitze eingearbeitet, durch die ein mit dem Gestänge der Kupplung verbundener Dorn K hindurch geht. Die Schlitze der beiden äufseren Stützen sind gleich gerichtet und decken sich, während der Schlitz der mittleren und stärkeren Stütze nach der entgegengesetzten Seite von der Richtung der Mittellinie abweicht. Wird nun das Gestänge und somit auch der Dorn K nach unten gedrückt, so schlagen die Stützen auseinander (Abb. 19 Bl. 51) und legen sich unter die Schmiedestücke Q, die auf der unteren Schützentafel festgenietet sind, sodafs bei einer Bewegung der Zahnstange die untere Schützenhälfte mitgenommen wird. Zu diesem Zweck befinden sich in den Stegen der [Eisen, den Stützen gegenüber, entsprechende Durchbrechungen. Die Stützen ziehen sich in den Raum zwischen den [Eisen zurück, d. h. sie schlagen ineinander, sobald das Gestänge mit dem Dorn K hochgezogen wird, und die Zahnstange kann nun mit der an ihr festgenieteten oberen Schützentafel allein hochgewunden werden (Abb. 14 Bl. 51). Die Stützen nebst der Gabel des Gestänges sind aus Rothgufs hergestellt; hierdurch wird ein Zusammenbacken infolge von Rost verhütet.

Um nun böswilliges Lösen der Kupplung etwa bei hochgezogener Schützentafel und ausgeschwenkten Griesständern unmöglich zu machen, dient der Bolzen S (Abb. 17 Bl. 51), der, durch ein Hängeschlofs in seiner Lage gesichert, ein Herunterdrücken des Handgriffs oben an der Zahnstange verhindert. Eine gewisse Starrheit in der Verbindung der beiden getheilten Schützen, die für ihre gute Führung nothwendig ist, wird durch die Schmiedestücke Q und Q_1 erreicht (Abb. 13 u. 14 Bl. 51), welche die bis zur Sohle verlängerten ⊔ Eisen der Zahnstange eng umschliefsen. Die Ausführung der ungetheilten Schützentafeln ist mit geringen Abweichungen aus Abb. 22 Bl. 51 ersichtlich und bedarf keiner weiteren Erläuterung. Von der Anwendung von Buckelplatten zu den Schützentafeln, die das Gewicht derselben verringern, wurde auf Wunsch des Werkes nachträglich Abstand genommen, um die schnelle Herstellung zu erleichtern. Derselbe Grund veranlafste auch die Anbringung der Blechhaut an der Unter- statt an der Ober-Wasserseite des Rahmens, wie dies des besseren Aussehens halber vielleicht wünschenswerth erscheint.

Die Schützenwinde (Abb. 27 bis 30 Bl. 51) besitzt zwei Vorgelege in gedrängter Anordnung. Von der Anwendung eines Schraubenantriebs wurde der Kraftersparnifs halber abgesehen

und eine Räderübersetzung mit sicherer verschliefsbarer Sperrvorrichtung vorgezogen, doch soll nicht verschwiegen werden, dafs gerade bei beweglichen Griesständern ein Schraubenantrieb, der die denkbar beste selbstthätige Sperrvorrichtung darstellt, viel Vorzüge besitzt. Der Zapfen am ersten Vorgelege dient zum schnelleren Herunterlassen der hochgezogenen Schützen.

Abb. 23 bis 26 Bl. 51 zeigen die Winde für die einzelnen Griesständer, die nur ein Vorgelege besitzt, während für die gekuppelten Ständer noch ein zweites nach Art der Schützenwinde angeordnet worden ist.

Ueber dem Kettenrade A, Abb. 4 Bl. 51, befindet sich ein einfacher Schutzbügel, der ein böswilliges Abstreifen der Kette vom Rade bei hochgewundenen Griesständern verhindert.

Erwähnt mag noch werden, dafs sämtliche Zahnräder, Lager und Wellen an der Schiense, mit Ausnahme der unteren Auflager-Platten der Brücke, aus Gufsstahl gefertigt sind und alle Wellen in Schalen aus Rothgufs laufen. Auch die Gleitflächen für die Schützen an den Griesständern und in den Falzen der Widerlager bestehen aus Rothgufs. Aufserdem sind sämtliche Theile, die mit dem Wasser in Berührung kommen, verzinkt. Im übrigen ist vorwiegend Flufseisen zur Verwendung gekommen.

Abb. 10.

Abb. 11.

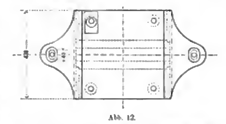
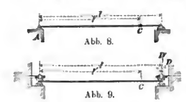


Abb. 12.

Abb. 10 bis 12. Auflager an der Oberwasserseite.

Um die Längenänderung der Hauptträger unter dem Einflufs der Wärme für das Grieswerk bedeutungslos zu machen, ordnete Verfasser an beiden Widerlagern bewegliche Lager (Rollenlager) an, und begrenzte deren Bewegung an jedem Widerlager sowohl nach aufsen, wie nach innen. Der Zweck der Anordnung wird aus den Text-Abb. 8 u. 9 ersichtlich. Text-Abb. 8 zeigt die gewöhnliche Ausführung bei je zwei festen und zwei beweglichen Auflagern. Hier wird, wenn A das feste, linke Auflager, C den Aufhängepunkt des am weitesten rechts befindlichen Griesständers bedeutet und die Wärmeschwankungen t^0 betragen, die Verschiebung d' des Punktes C werden:



1) $d' = l' \cdot c \cdot t$ mm, wenn c die Ausdehnungszahl des Eisens ist.

Die Anlage in Bocholt dagegen wird durch Abb. 9 gekennzeichnet. An den beiden beweglichen Lagern befinden sich starke Zapfen, die mit Spielraum von fest in den Schildmauern der Widerlager befindlichen Ankern umschlossen werden. Der nothwendige Spielraum beträgt, wenn D die Zapfenstärke, D_1 der Durchmesser des Auges im Anker ist, offenbar:

$$2)\qquad D_1 - D = \frac{l}{2} \cdot c \cdot t^0 = d_0$$

d. h. gleich der halben Längenänderung des ganzen Trägers durch die Wärme. Dies ist zugleich die **gröfste** Verschiebung, die überhaupt auftreten kann, aber auch allen Punkten des Trägers gemeinschaftlich. Sie ist nur möglich bei **mittlerer Wärme**, bei der der die Zapfen in den Augen der Anker den gröfsten Spielraum für ihre Bewegung vorfinden. Bei gröfserer und geringerer Wärme verringert sich gleichmäfsig dieser Spielraum, bis er endlich bei dem als höchsten bez. als niedrigsten angenommenen Wärmegrade = 0 wird.

Die Verschiebung irgend eines Punktes z. B. C ist dann **nur** noch durch die Längenänderung des Trägers infolge der **Wärme** bestimmt und wird leicht für die Grenzwerthe ermittelt zu:

$$d_0^1 = \left(l' - \frac{l}{2}\right) \cdot c \cdot t.$$

Dieser Werth ist geringer als derjenige von d_0.

Die Verbindung von 1) und 2) giebt: $\frac{d_0}{d'} = \frac{l}{2\,l'}, d_0 = \frac{l}{2} \cdot \frac{d'}{l'}$.

Ist $l = 16{,}5$, $l' = 16{,}5 - 1{,}86 = 14{,}64$, so wird

3) $d_0 = 0{,}56\, d'$.

Mithin ist durch die Anordnung der beiderseits beweglichen Lager der Einflufs der Wärme auf die Längenänderung der Träger beinahe auf die Hälfte seines Werthes bei gewöhnlicher Ausführung eingeschränkt, und es beträgt hier z. B. der Spielraum, der den Rahmen im Schuh an der Sohle zu geben ist, damit sie bei Wärmeunterschieden von 60° C. ohne seitliche Reibung an den Knaggen durchschlagen können (sieh Gl. 2):

$$d_0 = \frac{16{,}5}{2} \cdot 0{,}0000118 \cdot 60 = 6{,}2 \backsim 7{,}0 \text{ mm}$$

d. h. auf beide Seiten vertheilt 3,5 mm.

Thatsächlich kann der Spielraum mit Rücksicht auf eine gewisse Elasticität des Rahmens in seitlicher Richtung geringer sein, während bei den einzeln beweglichen Griesständern die Längenänderung der Brückenträger überhaupt nicht in Betracht kommt.

Indessen ist erforderlich, die Schützentafeln mit entsprechendem Spielraum, der hier zu 4 mm angenommen ist, zwischen den Ständern anzuordnen, um ein Klemmen zu verhüten.

Text-Abb. 10 bis 12 zeigen ein stromanfwärts gerichtetes Lager, dessen oberes Sattelstück, und somit auch der Träger, durch die Steinschrauben der unteren Lagerplatte in einfacher Weise mit verankert ist, um ein Abspringen desselben aus dem Rollenlager infolge des wagerecht wirkenden Wasserdrucks unmöglich zu machen. Es wäre dies ohne weitere Vorkehrungen denkbar etwa bei abgedeckter Fahrbahn, an der Ausbesserungen

vorgenommen werden sollen. Die Löcher im Sattelstück zur Durchführung der Steinschrauben sind natürlich länglich ausgearbeitet.

Auch die Verankerung zum Begrenzen der Verschiebung der Brücke durch Wärmeschwankungen giebt die Text-Abb. 10 wieder. Zur Aufnahme des Zapfens dient ein genau ausgearbeitetes seitliches Bohrloch im oberen Sattelstück und in der schmiedeeisernen Gurtplatte, während diese Theile unter sich an den drei anderen Ecken durch Schrauben verbunden sind.

Die Gegenmutter *M* dient zur genauen Einstellung des Auges am Anker, der widerstandsfähig gegen Zug und Druck in die Schildmauer einzulassen ist.

Die Anlage wurde ausgeführt von der Actiengesellschaft für Eisenconstructionen und Maschinenbau vorm. J. C. Harkort in Duisburg. Die schnell und geschickt durchgeführte Ausarbeitung der Werkzeichnungen auf Grund der im Mafsstab 1 : 10 zur Verfügung gestellten Entwürfe, sowie die gute Ausführung verdienen besondere Anerkennung. Obwohl dem Werk erst am 1. Juli der Zuschlag ertheilt und die Entwurfzeichnungen ausgehändigt wurden, konnte bereits Ende September mit der Aufstellung der Brücke begonnen werden, sodafs die Abnahme der Anlage noch am Ende des Jahres erfolgte. Die Stauanlage entspricht den in sie gesetzten Erwartungen vollkommen und hat sich auch im Betriebe in jeder Beziehung bewährt.

Die Gesamtkosten des Bauwerks belaufen sich auf rund 77 000 Mark, von denen auf das Eisenwerk der Brücke mit Wehr rund 29 000 Mark entfallen.

Für die Ausführungsform von Griesständern, die zu doppelarmigen Hebeln ausgebildet sind, ist von dem Unterzeichneten am 15. September v. Js. ein Patent nachgesucht worden.

Bei dem Entwurf einer zweiten gröfseren Anlage wird empfohlen, der Kostenersparnifs halber die Antriebsvorrichtung für Griesständer und Schützen entweder ganz, oder theilweise (Vorgelege derselben) auf einem kleinen, auf dem Trägergurte fahrbaren Windebock zu vereinigen, und mit dieser gemeinschaftlichen Vorrichtung sämtliche Felder zu bedienen; oder die Antriebsräder für die Schützen und Griesständer ausrückbar auf einer durchgehenden Welle anzubringen, und diese Welle von einer Stelle — etwa vom Widerlager oder einem Mittelpfeiler — aus durch entsprechende Vorgelege zu drehen, sodafs dann nur eine Antriebsvorrichtung für sämtliche Griesständer und Schützen erforderlich würde.

Jerike, Regierungs-Baumeister.

Der Bau des Kaiser Wilhelm-Canals.

Vom Geheimen Baurath Fülscher in Berlin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 52 bis 54 im Atlas.)

(Fortsetzung.)

b) Die Schützen der Umlaufcanäle.

Wie bereits auf Seite 425 des Jahrganges 1897 dieser Zeitschrift mitgetheilt worden ist, dienen hölzerne Rollenschützen zum Verschlufs der Umlaufcanäle der Brunsbütteler Schleusen. Die gleiche Vorrichtung ist auch bei der Schleuse in Holtenau verwandt. Jeder der vier Umlaufcanäle mufste an beiden Enden mit einem Schütz versehen werden, es waren also sowohl in Brunsbüttel wie in Holtenau acht Schützen nothwendig. Thatsächlich ist aber die doppelte Anzahl von Schützen vorgesehen, sodafs für jedes einzelne Schütz ein Ersatz vorhanden ist, der den regelmäfsigen Schleusenbetrieb auch dann ermöglicht, wenn ein Schütz zu Instandhaltungs- oder Instandsetzungsarbeiten aus der Schleuse entfernt werden mufs. Wenn beide Schützen in Ordnung sind, dann wird während des gewöhnlichen Schleusenbetriebes doch stets nur das eine Schütz bewegt, während das andere hoch gezogen ist und den Querschnitt des zugehörigen Umlaufcanals freiläfst. Wie aus Abb. 3 auf Blatt 53/54 des Jahrganges 1897 dieser Zeitschrift zu ersehen, liegen die Mitten der beiden Schützen je 5,20 m vor bezw. hinter der Querachse des Aufsen- und des Binnenhauptes der Schleusen. Die dem Aufsenhafen zunächst liegenden Schützen werden im folgenden und besonders bei der Erörterung der Bewegungsvorrichtungen der Schleusen als Fluthschützen und zwar sowohl im Aufsenhaupt als auch im Binnenhaupt bezeichnet; die dem Binnenhaupt am nächsten liegenden Schützen werden dementsprechend Ebbeschützen genannt werden. Jede der beiden Schleusenanlagen in Brunsbüttel und Holtenau hat also am Aufsenhaupt und ebenso am Binnenhaupt je vier Fluthschützen und je vier Ebbeschützen. Die Bewegungsvorrichtungen sind dabei so angeordnet, dafs bei dem regelmäfsigen Schleusenbetriebe die Ebbeschützen gehoben und gesenkt werden, wenn mit den Fluththoren geschleust wird, und die Fluthschützen in Betrieb genommen werden, wenn der Wasserstand im Canal höher ist als im Aufsenhafen, sodafs also die Ebbethore in Benutzung sind. Selbstverständlich ist Vorsorge getroffen, dafs auch mit den gleichnamigen Thoren und Schützen geschleust werden kann, der Betrieb ist dann jedoch nicht so bequem, weil er — wie die späteren Erläuterungen der Bewegungsvorrichtungen der Schleusen zeigen werden — An- und Abkupplungen der Antriebe nothwendig macht, während beim Schleusenbetriebe mit den ungleichnamigen Thoren und Schützen die Thore und Schützen gleichzeitig und vollständig unabhängig von einander bewegt werden können.

Die Umlaufcanäle haben den in den Abb. 2 und 3 auf Bl. 51/52, 4 und 5 auf Bl. 53/54 und 11 und 12 auf Bl. 69/70 des Jahrganges 1897 dargestellten, der Eiform nachgebildeten Querschnitt. Seine gröfste Breite beträgt 2,20 m, die Höhe in der Umlaufcanalmitte 4,06 m. Die Schütztafeln sind, wie die Text-Abb. 209 bis 211 zeigen, aus wagerechten, eichenen Balken von 20 cm Stärke zusammengesetzt, die mit Nuth und Feder ineinander greifen und durch vier kräftige, von unten nach oben durchgehende Schraubenbolzen fest aufeinander geprefst werden. In der Mitte der Schütztafeln ist auf der Vorder- und Hinterseite je ein 400 mm breites, 20 mm starkes Flacheisen angebracht, das sich nicht nur über

die ganze Höhe der Tafel erstreckt, sondern erheblich über die Oberkante der Tafel hinausreicht. Oberhalb der Tafel sind die beiden Flacheisen durch ein in der Mitte angeordnetes I Eisen und zwei an den Seiten befindliche U Eisen gegen einander versteift. An den lothrechten Rändern der Schütztafeln sind eiserne, mit Pockholz ausgebuchste Rollen angebracht, die auf festen, mit der Schütztafel verbundenen Stahlzapfen laufen. Auf der Sohle der Umlaufcanäle stehen die Schützen stumpf auf, mit den Rollen stützen sie sich des Schützes, und zwar sind sie an dem einen der beiden oben erwähnten, 400 mm breiten Flacheisen befestigt, während sich eine Gegenrolle, die den guten Eingriff des Triebrades in die Zahnstange sichern soll, gegen das zweite Flacheisen legt. Die Zahnstangen mufsten so lang gemacht werden, dafs sie auch bei der tiefsten Stellung des Schützes noch mit dem Triebrad in Eingriff bleiben, anderseits mufste dieses so tief angeordnet werden, dafs die Zahnstange, auch wenn das Schütz sich in seiner obersten Stellung befindet, noch

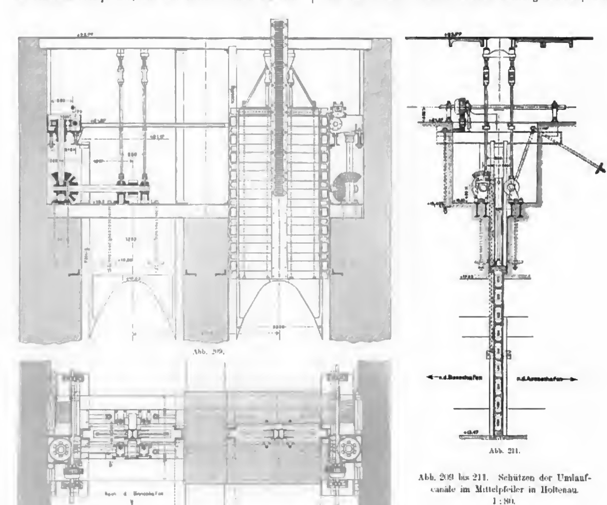


Abb. 209. Abb. 210. Abb. 211.

Abb. 209 bis 211. Schützen der Umlaufcanäle im Mittelpfeiler in Holtenau. 1 : 80.

je nach der Seite, auf die der Wasserdruck wirkt, auf Winkeleisen, mit denen die beiden Falze ausgestattet sind, die zur Führung des Schützes während seiner Bewegung dienen. Diese Winkeleisen sind mit dem Schleusenmauerwerk fest aber lösbar verbunden. Sie stehen nämlich unten in den in den Text-Abb. 212 bis 214 dargestellten gufseisernen Schuhen und sind nach oben zu noch zweimal in der aus den Text-Abb. 215 bis 216 ersichtlichen Weise an dem Schleusenmauerwerk befestigt. Das Heben und Senken der Schützen erfolgt durch ein Stirnrad, das in eine am Schütz angebrachte Zahnstange eingreift. Die Zahnstangen befinden sich bei allen Schützen auf der dem Binnenhafen zugekehrten Seite unterhalb der Oberkante der Schleusenhäupter bleibt oder dieselbe doch nur wenig überragt. Infolge dessen mufsten die Triebräder in Gruben aufgestellt werden, die in dem Fufsboden der Maschinenkammern der Schleusen ausgespart sind. Die Sohle dieser Gruben liegt in Brunsbüttel auf der Höhe von + 22,23, also um 2,07 m tiefer als der auf + 24,30 liegende Fufsboden der Maschinenkammern im Aufsen- und Binnenhaupt daselbst. In Holtenau liegt die Sohle der Schützgruben auf der Höhe + 19,50, während der Fufsboden der Maschinenkammern auf + 21,57, also ebenfalls 2,07 m höher liegt. Die Gruben haben in ihrer Längen- und Breitenausdehnung (Abb. 1 u. 2 auf Bl. 52 und Abb. 3 auf Bl. 53)

solche Abmessungen erhalten, dafs man an alle Einzeltheile der Bewegungsvorrichtungen der Schützen bequem heran kann. In der Mittelmauer sind die Gruben für die zu den beiden Schleusen gehörigen Ebbe- bezw. Fluthschützen zu einer gemeinsamen grofsen Grube zusammengezogen. Zwischen den Gruben für die Ebbe- und die Fluthschützen ist in jeder Maschinenkammer ein Verbindungscanal von 1,00 m Breite angeordnet, dessen Sohle die gleiche Höhenlage hat wie die Sohlen der Schützgruben. Von dem Fufsboden der Schützgruben ab nach oben zu konnten die Führungswinkeleisen der Schützen nicht mehr an dem Schleusenmauerwerk befestigt werden. Bei jedem Schütz ist das eine Paar Winkeleisen bis zu zwei I Trägern durchgeführt, die den Moniergewölben der Maschinenkammerdecken als Unterstützung dienen, und an diesen Trägern befestigt. Die Längsachse dieser beiden I Träger liegt senkrecht zur Schleusenachse, und die Träger haben solche Entfernung von einander, dafs die Schützen für Instandsetzungsarbeiten zwischen den beiden Trägern hindurch aus ihren Führungsfalzen herausgehoben werden können. Das zweite Paar Winkeleisen reicht dagegen nur bis zu zwei wagerechten Trägern, die die Schützengrube überspannen und einen Kasten tragen, in dem sich das zum Antrieb der Schützen gehörige Schneckengetriebe befindet. Die Oberkante dieser Träger liegt mit dem Fufsboden der Maschinenkammer in gleicher Höhe.

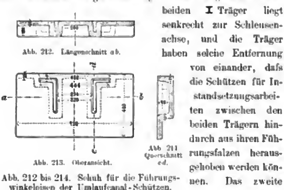


Abb. 212. Längenschnitt ab.

Abb. 213. Oberansicht.

Abb. 214. Querschnitt cd.

Abb. 212 bis 214. Schuh für die Führungswinkeleisen der Umlaufcanal-Schützen.

Abb. 215. Grundrifs und wagerechter Schnitt.

Abb. 216. Hinteransicht.

Abb. 215 u. 216. Halter für die Führungswinkeleisen der Umlaufcanal-Schützen.

Die Bewegung der Schützen nach unten zu ist dadurch begrenzt, dafs sich die Schützen auf die Sohle der Umlaufcanäle aufsetzen. Für die Begrenzung des Schützenhubes nach oben mufsten jedoch besondere Vorrichtungen angeordnet werden. An dem die Schütztafel überragenden, aus den beiden Flacheisen, dem mittleren I Eisen und den beiden seitlichen I Eisen gebildeten Körper sind nahe dem oberen Ende vier Consolen aus kräftigem Eisenblech angebracht, deren Oberkanten in einer wagerechten Ebene liegen. Mit diesen Consolen stofsen die Zahnstangen in der obersten Stellung der Schützen gegen zwei kräftige, wagerechte Träger, die mit der Längsachse der Schleusen gleichlaufen und mit jedem Ende an eine lothrechte Rundeisenstange angeschlossen sind. Die vier Stangen sind sämtlich mit ihrem oberen Ende an die I Träger der Maschinenkammerdecken angeschlossen, während die unteren Enden an dem Schleusenmauerwerk befestigt sind und Spannschlösser dazu dienen, die Stangen auf die richtige Länge zu bringen. Die Verbindung der Stangen mit dem Schleusenmauerwerk erfolgt für jede einzelne Stange mit Hülfe eines aus Text-Abb. 211 ersichtlichen Gufskörpers. Die Gufskörper, die zugleich als Lager für wagerechte Wellen des Schützenantriebes ausgebildet sind, sind auf der Sohle der Schützengräben aufgestellt und durch vier kräftige Schraubenbolzen mit zwei in die Sohle eingebauten I Trägern, die ihrerseits durch lange Anker mit Kopfplatten im Schleusenmauerwerk verankert sind, verbunden. Bei der gewählten Anordnung wird der Stofs, der bei unvorsichtiger Hebung eines Schützes infolge der plötzlichen Unterbrechung der Bewegung entsteht, nicht auf die die Monierdecke der Maschinenkammern unterstützenden Träger übertragen, sondern von den Rundeisenstangen übernommen und von ihnen auf das Schleusenmauerwerk übermittelt; durch diesen Stofs können also auch keine Beschädigungen der Monierdecken hervorgerufen werden. Ebenso wird die Kraft, mit der ein bereits vollständig in die Höhe gefahrenes Schütz, solange das Absperrventil an der die Schützenbewegung herbeiführenden Druckwassermaschine geöffnet ist, noch weiterhin in die Höhe zu gehen bestrebt ist, durch die Rundeisenstangen auf das Schleusenmauerwerk übertragen.

Auf den die Monierkappen tragenden wagerechten I-Trägern sind dort, wo die Zahnstangen der Schützen zwischen ihnen hindurch aufsteigend die Oberkante der Schleusenhäupter überragen, gufseiserne, viereckige Schutzkasten mit abnehmbaren Deckeln aufgestellt. Auf zwei der lothrechten Flächen dieser Kasten wird die jeweilige Stellung der Schützen durch Zeiger angegeben, sodafs die auf der Schleuse befindlichen Beamten und Arbeiter diese Stellung jederzeit erkennen können, ohne die Schützen selbst zu sehen. Die Zeiger sind so angeordnet, dafs man von der Mittelmauer aus den Stand der Seitenmauerschützen erkennen kann. Der von den Schutzkasten nicht bedeckte Theil des zwischen den I Trägern befindlichen Schlitzes ist mit Riffelblech abgedeckt, das über die halbe Breite der I Trägerflanschen hinwegreicht und mit ihnen durch versenkte Stiftschrauben aus Bronce verbunden ist. Auf die andere Hälfte der Flanschen der I Träger sind Flacheisen aufgenietet, die ebenso stark wie die Riffelbleche sind und mit ihrer Oberkante auf derselben Höhe liegen wie der Asphaltbelag der Maschinenkammerdecken.

Die einzelnen Theile der Schützen haben solche Abmessung erhalten, dafs sie den bei einem Wasserstandsunterschied von 5,70 m vor und hinter dem Schütz auf sie einwirkenden Kräften ausreichenden Widerstand entgegensetzen können; sie sind also für denselben Wasserüberdruck berechnet wie die Fluththore in Brunsbüttel. An den Schleusen in Holtenau kommen nur Wasserstandsunterschiede bis zu 3 m vor, die dortigen Schützen hätten also geringere Abmessungen erhalten können. Um aber die Schützen der beiden Schleusenanlagen gegenseitig als Ersatzstücke verwenden zu können, ist von einer Verringerung der Abmessungen in Holtenau Abstand genommen worden. Die bei der Bewegung der Schützen in Wirksamkeit tretenden Theile sind in Rücksicht darauf, dafs sich die Schützen vielfach unter Wasser befinden, in den Abmessungen über das sonst für gleichartige Kräfte übliche Mafs hinaus verstärkt worden.

Bei den Schleusen des Kaiser Wilhelm-Canals brauchte auf die Dichtigkeit der Schützen kein Werth gelegt zu wer-

den, da weder das Einströmen noch das Ausströmen von Wasser in den bezw. aus dem Canal, soweit es durch Undichtigkeiten an den Schützen stattfindet, von irgend welcher Bedeutung für die Benutzbarkeit des Canals ist, und deshalb konnten an den lothrechten Kanten der Schützen ohne Bedenken die oben erwähnten Laufrollen angeordnet werden, die eine sehr erhebliche Verringerung der zum Heben der Schützen erforderlichen Kraft herbeiführen. Um jedoch der Undichtigkeit thunlichst entgegenzuwirken, sind an die Schützen nahe den lothrechten Kanten Lederstreifen angenagelt, die an ihrer abstehenden Fläche mit Holzleisten versteift sind und durch den Wasserdruck wie Ventilklappen gegen die mit der Längsachse der Umlaufcanäle gleichlaufenden Schenkel der Führungs-Winkeleisen angeprefst werden. Auf dem Boden der Umlaufcanäle stehen die Schützen mit einem Theil ihres Gewichtes auf, und dadurch wird eine ausreichende Dichtung herbeigeführt. Anders war es dagegen an der Oberkante der Schützen. Hier ist der Schützenschlitz durch breitere, am Schütz befestigte Hölzer, die auf ihrer Unterseite mit Lederstreifen versehen sind, gedeckt. Da die Schützen je nach den Wasserständen im Aufsenhafen und im Canal bald auf der einen Seite bald auf der anderen Seite den höheren Wasserstand haben, mufsten die Schütztafeln auf beiden Seiten mit den eben erläuterten Dichtungsvorrichtungen versehen werden.

c) Die Spille.

Die Spille sind stehende Winden, die dazu dienen, Schiffe in die Schleusen hinein- oder aus ihnen herauszuziehen, wenn die Maschinenkraft bei Dampfern oder die Zugkraft der die Segelschiffe schleppenden Dampfbote nicht ausreicht, die Schiffe mit der in und dicht bei den Schleusen nöthigen Sicherheit zu bewegen. Im allgemeinen kommen die Spille sowohl in Brunsbüttel als auch in Holtenau nur selten zur Benutzung, wenn sie aber in Benutzung genommen werden, dann ist in der Regel sehr stürmisches Wetter, und es ist erwünscht, möglichst viel Spille zur Verfügung zu haben. Aus diesem Grunde ist die Ausstattung der Schleusen mit Spillen recht reichlich bemessen. In Brunsbüttel und Holtenau sind je 18 Spille vorhanden, davon befinden sich auf jeder der beiden Seitenmauern fünf, auf der Mittelmauer acht. Sechs von diesen Spillen, nämlich je eins an jedem Ende der drei Schleusenmauern, werden von besonderen Maschinen angetrieben und sind jederzeit betriebsfähig, sofern die Druckwasseranlage der Schleusen in Betrieb ist. Die Antriebe der übrigen 12 Spille sind jedoch in die Triebwellen eingebaut, die die Antriebe der Thore und der Schützen mit einander verbinden, und werden von denselben Druckwassermaschinen bewegt, die auch das Oeffnen und Schliefsen der Thore sowie das Heben und Senken der Schützen der Umlaufcanäle und der Sperrthore bewirken. Infolge dessen sind acht dieser zwölf Spille, nämlich die Spille am Aufsen- und Binnenhaupt, während des Schleusens nicht ohne weiteres benutzbar, es müssen vielmehr erst die Antriebe der Thore und Schützen von den Triebwellen abgekuppelt und die Antriebe der Spille angekuppelt werden. Diese Ankupplungen nehmen einige Minuten Zeit in Anspruch, und es könnte scheinen, dafs deshalb die gewählte Anordnung nicht ganz zweckmäfsig ist. Wenn aber berücksichtigt wird, dafs die sechs Spille an den Enden der Schleusenmauern und die vier Spille, die von den zum Bewegen der Sperrthore dienenden Druckwassermaschinen betrieben werden, jederzeit benutzt werden können und zur sicheren Einführung aller kleineren und mittelgrofsen Schiffe in die Schleuse sowie zum Herausbringen dieser Schiffe vollständig genügen, so erkennt man, dafs die in die Getriebe am Aufsen- und Binnenhaupt eingebauten Spille nur dann in Benutzung kommen, wenn besonders grofse Schiffe durchgeschleust werden. Ehe solche Schiffe sich aber derart in der Schleuse festgelegt haben, dafs mit der Thorbewegung begonnen werden kann, ist nach der etwaigen Benutzung der in die Triebwellen eingebauten Spille soviel Zeit verflossen, dafs die Umkupplungen bequem ausgeführt sein können und keinerlei Zeitverlust entsteht. Das Einbauen des Antriebes eines Spills in die Triebwellen, von denen aus die Thore und die Schützen bewegt werden, hat aber auch noch einen grofsen Vortheil. Sofern nämlich die Spille so eingerichtet werden, dafs sie durch Menschenkräfte bewegt werden können — und das ist in Brunsbüttel und Holtenau geschehen —, können mittels der Spille die Triebwellen bewegt und somit die Thore geöffnet und geschlossen und die Schützen gehoben und gesenkt werden. Infolge der für die zwölf Spille getroffenen Anordnung können also die Schleusen auch in Betrieb gehalten werden, wenn die Druckwasseranlagen den Dienst versagen sollten, und das ist ein sehr wesentlicher Vortheil.

Wie die Antriebe der Spille und der Einbau derselben in die Triebwellen der Schleusen im einzelnen durchgebildet sind, wird erst in der nächsten Abtheilung dieses Abschnittes angegeben werden; hier sollten nur die für die allgemeine Anordnung der Spille und die für ihre Vertheilung auf den Schleusenmauern mafsgebenden Gesichtspunkte erörtert werden.

Die Zugkraft der Spille ist so bemessen, dafs sie die Festigkeit der stärksten beim Verholen von Schiffen benutzten Trossen etwas übertrifft. Die Zugfestigkeit dieser Trossen läfst sich nicht beliebig vermehren, da ihr Querschnitt nach dem Gesichtspunkt bestimmt werden mufs, dafs die Trosse von einigen Leuten mit der für Schiffsbewegungen nöthigen Schnelligkeit mufs verfahren werden können. Infolge dessen haben solche Trossen, mögen sie aus Tauwerk oder aus Stahldraht hergestellt sein, Zerreifsfestigkeiten bis etwa höchstens 12 t, und dementsprechend wurde die Zugkraft der Spille zu 12 t gewählt. Bei dieser Zugkraft beträgt die Umfangsgeschwindigkeit der Windentrommel 0,125 m. Da so starke Zugkräfte nur in Ausnahmefällen von den Spillen geleistet werden müssen, so sind die Antriebe derartig eingerichtet, dafs die Spilltrommeln sowohl mit der doppelten wie mit der vierfachen Umdrehungsgeschwindigkeit bewegt werden können, wobei dann selbstverständlich die Zugkraft der Spille auf die Hälfte bezw. ein Viertel herabsinkt. Die Bedienung der Spille erfolgt, sofern von dem Abkuppeln der Thor- und Schützenantriebe abgesehen wird, durchweg von der Decke der Maschinenkammern aus, sodafs die dabei beschäftigten Leute sowohl das zu bewegende Schiff und die einzuwindenden Trossen, wie auch die Schleusen und den Aufsen- und Binnenhafen übersehen können. Auch die Veränderung der Zugkraft und der Umdrehungsgeschwindigkeit der Spille wird von der Schleusendecke aus bewirkt. Die Spille haben sämtlich nur eine Umgangsrichtung, und zwar drehen sie rechts herum.

Die Ausbildung der Spille ist aus den Text-Abb. 217 bis 220 zu ersehen. Danach trägt eine kräftige senkrechte Welle, die unten in einem auf dem Fufsboden der Maschinen-

Abb. 217. Lothrechter Schnitt durch das Spill.

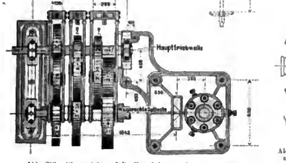


Abb. 218. Oberansicht auf die Grundplatte und die Vorgelege.

Abb. 219. Oberansicht auf den Deckenkörper und wagerechter Schnitt durch die Spilltrommel in Höhe der Pallen.

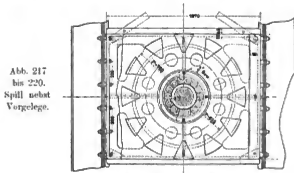


Abb. 220. Wagerechter Schnitt in Höhe des Rollenlagers.

Abb. 217 bis 220. Spill nebst Vorgelege.

kammern aufgestellten Spurlager ruht und in der Maschinenkammerdecke mit Hülfe eines Rollenkranzes geführt wird, oberhalb dieser Decke eine grofse, aus Stahlgufs angefertigte Spilltrommel, die mit ihr fest aber lösbar verbunden ist. In dem oberen Theil der Trommel sind acht Löcher vorgesehen, in die Gangbäume (Spillspaken) gesteckt werden können, wenn das Spill durch Menschenkräfte bewegt werden soll. Unterhalb der Maschinenkammerdecke befindet sich auf der lothrechten Welle und fest mit ihr verkeilt ein grofses konisches Zahnrad, das mit einem kleineren konischen Rade in Eingriff steht. Dieses zweite Zahnrad ist auf einer wagerechten Welle befestigt, die bei den sechs Spillen an den Enden der drei Schleusenmauern mit Hülfe von Vorgelegen von den zugehörigen Druckwassermaschinen und bei den übrigen Spillen in gleicher Weise von den Triebwellen der Thor- und Schützenantriebe bewegt wird. Dreht sich das kleinere konische Rad, von der Spitze seines Kegels aus gesehen, rechts herum, dann erhält auch die Spilltrommel die planmäfsige Umgangsrichtung. Das Spurlager der stehenden Welle bildet einen Theil einer sehr kräftigen, mit dem Schleusenmauerwerk sorgfältig verankerten Grundplatte, die aufserdem noch zwei wagerechte Wellen des Spillantriebes trägt. Der Rollenkranz, der in Höhe der Maschinenkammerdecke ein Halslager für die stehenden Wellen bildet, erhält bei der Benutzung der Spille sehr erhebliche Kräfte, da er die wagerechte Seitenkraft der Trossenspannung, noch vermehrt in dem Verhältnifs, das zwischen der Höhe des Trossenangriffspunktes einerseits und des Halslagers anderseits über dem Spurzapfen besteht, aufzunehmen hat. Der Rollenkranz ist deshalb in einen sehr kräftigen, aus Gufseisen hergestellten Deckenkörper eingebaut, der sich seinerseits auf zwei starke, die Maschinenkammer überspannende Träger stützt. Jeder dieser beiden Träger ist aus zwei Theilen so zusammengesetzt, dafs er in gleichem Mafse dazu befähigt ist, lothrechten wie wagerechten Kräften zu widerstehen. Die beiden Theile sind mit einander vernietet, an den Enden auf gufseisernen Platten aufgelagert und mit dem Schleusenmauerwerk verankert. Dort wo der Deckenkörper der Spille sich befindet, sind die beiden Träger durch diesen, der mit ihnen verschraubt ist, mit einander verbunden, in den übrigen Theilen der Trägerlänge sind sie durch Quer- und Kreuzverbände gegen einander versteift, sodafs die beiden Träger seitlichen Kraftwirkungen gegenüber ein Ganzes bilden. Längs der beiden Träger sind U Eisen angeordnet, die an den Enden mit ihnen vernietet sind und daselbst auch auf der Lagerplatte aufruhen, in dem übrigen Theil der Länge aber einen der Dicke der an den Verbindungsstellen angeordneten Anschlufsbleche entsprechenden Abstand von den die Deckenkörper der Spille unterstützenden Trägern haben. Die Flansche dieser U Eisen dienen als Auflager für die Monierkappen der Maschinenkammerdecken; durch den Zwischenraum soll erreicht werden, dafs die bei dem Spillbetriebe unvermeidlichen und von den Spillen auf ihre Unterstützungsträger übertragenen Stöfse nicht auch auf die Moniergewölbe einwirken und den

Bestand derselben gefährden können. Der Asphaltbelag der Decken geht über diesen Zwischenraum hinweg, sodafs sich in der Decke selbst keine Fuge befindet. Diese Anordnung hat sich bisher wohl bewährt.

An dem untersten, einen senkrecht stehenden Ring bildenden Theile der Spillglocken sind eine Anzahl einarmiger Hebel angebracht, deren Drehachse an die Spillglocke angeschlossen ist. Diese Hebel, Pallen genannt, schleifen unter der Einwirkung ihres Gewichtes mit dem freien Ende bei jeder Drehung der Spille auf dem Deckenkörper und verhindern dadurch, dafs sie sich bei einem Drehen der Spille in der falschen Umgangsrichtung hinter Vorsprünge legen, die auf den oberen Flächen der Deckenkörper angeordnet sind, eine solche Drehung. Sie entlasten somit, wenn während der Benutzung der Spille sich die Trossenspannung über die jeweilige Zugkraft des Spilles hinaus erhöhen sollte, den Antrieb von dieser gröfseren Kraftwirkung und sichern das Spill gegen jede Rückwärtsdrehung. Von diesen Pallen können besonders die eingewundenen Trossentheile leicht erfafst werden, wie sich beim Betriebe der Spille herausgestellt hat, und deshalb sind nachträglich auf die Deckenkörper noch gufseiserne Ringe aufgeschraubt worden, deren Höhe so bemessen ist, dafs die höchsten Theile der Pallen dieselbe Höhenlage haben wie die Oberkante der Ringe. Diese Ringe sind in den Abbildungen nicht angegeben.

d) Die Bewegungsvorrichtungen der Thore, Schützen und Spille.

Die Bewegungsvorrichtungen der Schleusen in Brunsbüttel und Holtenau stimmen bis auf geringfügige Einzelheiten vollständig mit einander überein und werden, wie bereits früher mitgetheilt worden ist, durch Druckwasser betrieben. Das Druckwasser wird aufserhalb der Schleusen in sogenannten Central-Maschinenanlagen unter Verwendung von Dampfkraft hergestellt und in Rohrleitungen nach den Schleusen geleitet, woselbst es nicht nur zum Bewegen der Thore, der Schützen und der Spille, sondern auch zum Leerhalten und zum Lüften der Thore und zum Auspumpen des in den Tunneln unter den Schleusen sich ansammelnden Wassers benutzt wird. In den Central-Maschinenanlagen wird aufser dem für die Schleusen benöthigten Druckwasser auch der elektrische Strom erzeugt, der zur Beleuchtung der Schleusen nebst ihren Maschinenkammern, der Dienstgebäude, des Hafengeländes und der Hafenfeuer an den beiden Mündungen des Canals, sowie endlich der Canalstrecke selbst benutzt wird. Dabei wird von jeder der beiden Central-Maschinenanlagen in Brunsbüttel und Holtenau etwa die halbe Länge des Canals mit Strom versorgt. Die Erzeugung des Druckwassers und des elektrischen Stromes erfolgt durch besondere Maschinen; der von diesen Maschinen verbrauchte Dampf wird jedoch in einer gemeinschaftlichen Kesselanlage hergestellt, und auch ein Theil der Rohrleitungen dient beiden Zwecken. Trotzdem wird im folgenden auf die elektrische Anlage nicht eingegangen, diese vielmehr erst am Schlufs dieser Veröffentlichung erörtert werden. Hier wird zunächst die Ausbildung der Bewegungsvorrichtungen der Schleusen selbst beschrieben werden, darauf werden die Rohrleitungen zwischen der Central-Maschinenanlage und den Maschinen der Schleusen sowie die zu den Maschinen der Schleusen gehörigen Leitungen, dann die Heizungsanlagen für die Maschinenkammern und die Verbindungsgänge der Schleusen und endlich die für die Erzeugung des an den Schleusen benöthigten Druckwassers und Dampfes in der Central-Maschinenanlage vorgesehenen Kessel, Maschinen, Accumulatoren usw. und die dazu gehörigen Gebäude erörtert werden. Den Schlufs dieser Abtheilung wird eine kurze Darstellung des Verlaufes der Entwurfbearbeitung, sowie der Ausführung und Kosten der Bewegungsvorrichtungen bilden.

1. Die Bewegungsvorrichtungen der Schleusen.

Bei jeder der beiden Schleusenanlagen in Brunsbüttel und Holtenau müssen 24 Thorflügel, die Schützen von 8 Sperrthorflügeln, 16 Umlaufcanal-Schützen und 18 Spille bewegt werden können, und dementsprechend mufsten auch 66 verschiedene Antriebe vorhanden sein. Von diesen Antrieben stehen die sechs, die zu den Spillen an den Enden der drei Schleusenmauern gehören, in keinerlei Zusammenhang mit den übrigen Antrieben, wie bereits oben bei der Besprechung der Spille angegeben worden ist, da sie ihre besonderen Druckwassermaschinen haben. Die übrigen Antriebe sind zu 11 Gruppen zusammengefafst, von denen drei zu den Sperrthoren, ihren Schützen und den in dem mittleren Theil der Schleusenmauern aufgestellten Spillen gehören, während je vier Gruppen zum Aufsenhaupt und zum Binnenhaupt gehören. Jede Gruppe am Aufsen- und Binnenhaupt umfafst die Bewegungsvorrichtungen für einen Fluththorflügel, einen Ebbethorflügel, zwei Umlaufcanal-Schützen und ein Spill, entspricht also den Bewegungen, die daselbst von einer Seitenmauer aus zu bewirken sind. Da von der Mittelmauer aus genau die doppelte Anzahl von Thoren, Schützen und Spillen zu bewegen ist, so sind daselbst auch zwei Gruppen angeordnet, die aber von einander vollständig unabhängig sind. Mit der einen der beiden Gruppen werden die Bewegungen ausgeführt, die nothwendig werden, wenn mit der südlichen der beiden Schleusen geschleust wird, die andere Gruppe dient für die nördliche Schleuse. Diese beiden Gruppen können sich auch nicht gegenseitig aushelfen, da jede Verbindung zwischen ihnen fehlt, was auch darin zum Ausdruck kommt, dafs sie in ihrer Maschinenkammer durch einen breiten Gang vollständig von einander getrennt sind. Bei den Bewegungsvorrichtungen der Sperrthore und ihrer Schützen ist, weil das Schliefsen dieser Thore immer gleichmäfsig erfolgen mufs, der gegentheilige Grundsatz befolgt, und deshalb bilden diese auch nur soviel Gruppen, als Schleusenmauern vorhanden sind.

Die Anordnung der Maschinen und Triebwellen am Aufsen- und Binnenhaupt. Zu jeder Gruppe am Aufsen- und Binnenhaupt gehören zwei Druckwassermaschinen von je 26 Pferdekräften Nutzleistung bei 50 Atmosphären Pressung des ihnen zugeführten Druckwassers. Jede Maschine besitzt, wie die Text-Abb. 221 bis 223 zeigen, drei Cylinder, in denen sich Tauchkolben von 100 mm Durchmesser und 200 mm Hub befinden. Die Kolben wirken auf eine gemeinschaftliche Welle, deren Kurbeln um 120° gegen einander versetzt sind. Bei 60 Umdrehungen der Welle in der Minute und bei 50 Atmosphären Pressung des Druckwassers beträgt die Maschinenleistung 26 Pferdekräfte; die Maschinen sind jedoch so gebaut, dafs sie bis 100 Umdrehungen machen können.

Die Kurbelwelle ist gleichlaufend mit der Schleusenlängsachse angeordnet, die Cylinder stehen also senkrecht zu letzterer. Jeder der drei Cylinder ist mit dem zugehörigen Schiebergehäuse aus einem Gufsstück gebildet, das auf der Maschinengrundplatte mit Keilen und Schraubenbolzen befestigt ist. Die Schieber sind als Kolbenschieber ausgebildet, sie werden von Excentern bewegt. Quer über die drei Schiebergehäuse, also gleichlaufend mit der Kurbelwelle, sind zwei Rohre gestreckt, von denen das eine mit dem Raum vor, das andere mit dem Raum hinter dem Kolben im Inneren der drei Schiebergehäuse in Verbindung steht. Von diesen beiden Rohren ist stets das eine mit Druckwasser gefüllt, während gleichzeitig das andere mit dem Abwasser in Verbindung steht. Durch eine später zu beschreibende Umsteuerungsvorrichtung läfst sich bald das der Kurbelwelle zunächst liegende Rohr mit der Druckwasser-Zuführungsleitung und dementsprechend das zweite Rohr mit der Abwasserleitung verbinden, bald der umgekehrte Zustand herstellen. Im ersteren Falle geht die Maschine vorwärts, im zweiten rückwärts. Die Dichtungen am Austritt der Tauchkolben aus den Cylindern und der Kolbenstangen aus den Gehäusen der Schieber bestehen aus doppelten Ledermanschetten zwischen Metallringen. Am hinteren Ende jedes Cylinders ist eine Abspritzvorrichtung angeordnet, die einem Theil des in dem Cylinder enthaltenen Wassers den Austritt gestattet, sobald der Druck im Cylinder aus irgend welchen Gründen eine unzulässige Höhe erreicht. Es wird dann ein kleines Kegelventil, das durch eine Feder auf seinen Sitz aufgeprefst wird, von diesem abgehoben, und das zu stark geprefste Wasser spritzt durch den entstehenden, ringförmigen Schlitz ab. Die Kurbelwelle ruht in drei Lagern, deren Körper mit der Grundplatte der Maschine in einem Stück hergestellt ist. Die Grundplatte ist sehr kräftig ausgebildet, sie steht auf einem grofsen Granitquader und ist überdies noch durch eine gröfsere Anzahl von Ankern mit dem Schleusenmauerwerk verbunden.

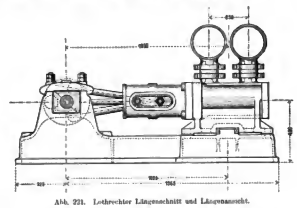
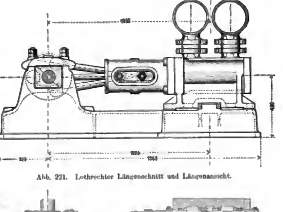



Abb. 221. Lothrechter Längenschnitt und Längenansicht.

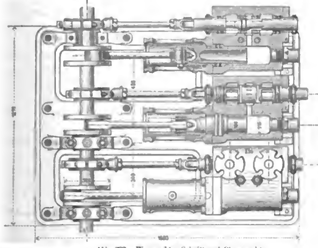


Abb. 222. Wagerechter Schnitt und Oberansicht.

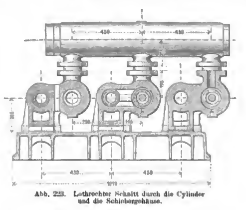


Abb. 223. Lothrechter Schnitt durch die Cylinder und die Schiebergehäuse.

Abb. 221 bis 223. Druckwassermaschine von 26 Pferdekräften Nutzleistung. 1 : 20.

Die Kurbelwellen der beiden zu einer Gruppe gehörigen Maschinen stehen in allen Maschinenkammern in einer geraden Linie und sind auch in den Seitenmauern — wie die Abb. 3 auf Bl. 53 zeigt — durch eine Triebwelle verbunden. Auf dieser Triebwelle ist für jeden der beiden Thorflügel und für jedes der beiden Umlaufcanal-Schützen sowie für die drei verschiedenen Vorgelege des Spills je ein Stirnrad angeordnet, und aufserdem ist in die Welle eine lösbare Kupplung eingebaut. Ist diese Kupplung gelöst, dann setzt jede der beiden Maschinen nur den zu ihr gehörigen Theil der Triebwelle und damit auch den an diesen Theil jeweilig angekuppelten Antrieb in Bewegung. Die Maschinen sind dann also vollständig unabhängig von einander, sodafs zwei verschiedene Antriebe gleichzeitig und mit beliebig verschiedenen Geschwindigkeiten getrieben werden können. Ist dagegen die Kupplung eingerückt, dann müssen beide Maschinen mit genau der gleichen Umdrehungszahl laufen, dafür entspricht dann aber auch die Kraftleistung der Triebwelle der Arbeit beider Maschinen zusammen. Die ausrückbare Kupplung ist in den Text-Abb. 224 und 225 dargestellt. Mit jedem der beiden Wellen-Enden ist ein Gufskörper durch Keile fest verbunden, dabei das eine Wellen-Ende in dem zum zweiten Wellen-Ende gehörigen Gufskörper geführt. Dieser in der Text-Abb. 224 mit A bezeichnete Körper trägt auf seiner dem Körper B zugewandten Fläche zwei Vorsprünge, die in der Text-Abb. 225 als Knaggen b bezeichnet sind. An dem Gufsstück B ist die schmiedeeiserne Klinke E angebracht, die sich um den Bolzen D drehen läfst. Ist die Klinke E nach dem Gufsträger A zu umgelegt, dann greift sie bei einer

Drehung einer der beiden Wellen hinter eine der Knaggen *b*, und infolge dessen mufs sich die zweite Welle mit der ersten zusammen bewegen, die Kupplung ist also eingerückt. Durch Umlegen der Klinke *E* in ihre zweite Endstellung, bei der die Knaggen an der Klinke vorbei können, wird die Kupplung ausgerückt. Durch die Feder *F*, die in einen Theil des Umfanges des Gufskörpers *B* eingelegt ist, wird die Klinke *E* in ihren beiden Endstellungen festgehalten, sodafs sie sich nicht selbstthätig umlegen kann. Soll die Klinke

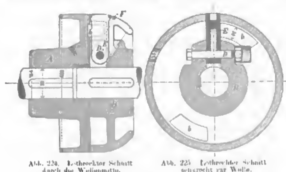


Abb. 224. Lothrechter Schnitt durch die Wellenmitte. Abb. 225. Lothrechter Schnitt senkrecht zur Welle.

Abb. 224 u. 225. Ausrückbare Kupplung in den Triebwellen.

bewegt werden, dann wird die Feder soweit angehoben, dafs die Klinke unter ihr hindurch gleiten kann. Das Anheben der Feder kann leicht mit der Hand bewirkt werden, ebenso erfordert das Umlegen der Klinke keinen gröfseren Kraftaufwand, sodafs das Ein- und Ausrücken der Kupplung leicht von statten geht. Wenn allerdings die Klinke und ein Knaggen fest aufeinander geprefst sind, wie das beim Schleusenbetriebe zuweilen vorkommt, dann gestaltet sich das Umlegen der Klinke schwieriger.

In den Maschinenkammern der Mittelmauern mufste die Anordnung infolge der anderweitigen Lage der Umlaufcanäle und der Spille zu den Antrieben der Thorflügel etwas anders gewählt werden. Hier trägt die Kurbelwelle jeder Druckwassermaschine — sieh hierzu Abb. 1 u. 2 auf Bl. 52 — ein Stirnrad, und dieses greift in ein zweites Stirnrad ein, das auf eine von dem Antrieb für den Fluththorflügel bis zum Antrieb für den Ebbethorflügel durchgehende Triebwelle aufgekeilt ist. Auf dieser Welle, in die ebenso wie in den Seitenmauern eine ausrückbare Kupplung eingebaut ist, befindet sich wieder für jeden Antrieb und für jedes Vorgelege des Spills ein Stirnrad. Die Anordnung der Maschinen und der Triebwellen mit ihren Lagern und Kupplungen, sowie die Lage der Antriebe und des zugehörigen Spilles ist aus den Abb. 1 u. 2 auf Bl. 52 und Abb. 3 auf Bl. 53 so deutlich zu ersehen, dafs sich ein weiteres Eingehen auf die Einzelheiten erübrigt. Dabei ist in Abb. 3 auf Bl. 53 nur der Grundrifs einer in einer Seitenmauer in Holtenau befindlichen Gruppe gegeben, während die Abb. 1 u. 2 auf Bl. 52 auch das am Ende der Mittelmauer aufgestellte Spill mit umfassen und die Lage dieses Theiles bezw. der zugehörigen Druckwassermaschine und seines Antriebes zu den übrigen Maschinen, Triebwellen usw. am Binnenhaupt der Holtenauer Schleuse ersehen lassen. Die zu den Spillen an den Enden der Schleusenmauern gehörigen Druckwassermaschinen leisten 40 Pferdekräfte. Sie stimmen in ihrer Bauart mit den kleineren Maschinen vollständig überein, nur sind die Tauchkolben 116 mm statt 100 mm stark, und dementsprechend mufsten auch die Abmessungen mancher Einzeltheile vergröfsert werden.

Die Antriebe der Ebbe- und Fluththore. Wie bereits bei der Beschreibung der Thore mitgetheilt worden ist, erfolgt die Bewegung der Thorflügel mit Hülfe von Zahnstangen. Von der Verwendung von Ketten wurde Abstand genommen, weil zum Oeffnen und Schliefsen eines Thorflügels zwei getrennte Ketten nothwendig sind, von denen die eine die Schleusenöffnung kreuzen mufs, und weil infolge des Durchhängens der Ketten und des daraus sich ergebenden unvermeidlichen todten Ganges das Festhalten der Thore in einer bestimmten Stellung unmöglich ist. Hierauf wurde aber besonders bei den Fluththoren der Brunsbütteler Schleusen, die dem Winde eine sehr grofse Angriffsfläche bieten, grofser Werth gelegt. Bei der Verwendung von Zahnstangen in Verbindung mit einem Schneckenantrieb war infolge der Selbstsperrung der Schnecke volle Sicherheit gegeben, dafs die Thorflügel keinerlei unbeabsichtigte Bewegung machen können, und dieser Vortheil entschied für die Wahl der Zahnstangen. Dieselben Zwecke, die durch die Verwendung der Zahnstangen verfolgt wurden, hätten sich auch erreichen lassen, wenn zur Bewegung der Thorflügel Kolben verwandt worden wären, die durch Druckwasser in Cylindern vorgeschoben werden. Die Mittelmauer war für eine solche Ausbildung der Bewegungsvorrichtung jedoch nicht breit genug, auch würde die Lagerung zweier Cylinder über einander, wie sie in der Mittelmauer erforderlich gewesen wäre, und die Verankerung derselben aufserordentliche Schwierigkeiten gemacht haben, und deshalb konnte von dieser sonst der Natur des Druckwasserbetriebes am besten entsprechenden Anordnung kein Gebrauch gemacht werden. Sämtliche in den Schleusen in Brunsbüttel und Holtenau verwandten Zahnstangen sind einander gleich, und zwar sind sie so bemessen, dafs sie Druckkräften von 20 t gegenüber ausreichende Sicherheit bieten. Die Spannungen, die beim Bewegen der Thorflügel von den Zahnstangen aufzunehmen sind, bleiben gewöhnlich ganz erheblich unter diesem Mafs. Wenn z. B. die Fluththore in Holtenau bei gewöhnlichem Canalwasserstande gegen einen Winddruck von 50 kg/qm der Thorfläche geöffnet oder geschlossen werden sollen, dann entstehen in den Zahnstangen nur Spannungen von rund 3,5 t. Eine Druckbeanspruchung der Zahnstangen von 20 t entsteht nur dann, wenn die Fluththore in Brunsbüttel bei dem niedrigsten zulässigen Canalwasserstande — also + 18,50 — geschlossen sind, auf der Vorderseite noch keinen Wasserdruck aufzunehmen haben und auf der Rückseite von Windstöfsen getroffen werden, die einem Druck von 150 kg auf 1 qm Thorfläche entsprechen.

Die Verbindung der Zahnstangen mit den Thorflügeln ist bereits bei der Beschreibung der Thore erörtert worden, an dem anderen Ende sind die Zahnstangen mit Führungsrollen versehen. Die Bewegung der Zahnstangen und damit der Thorflügel erfolgt durch ein Trieb, das in die Zahnstange eingreift und sie je nach seiner Drehungsrichtung entweder in den im Schleusenmauerwerk für die Stange ausgesparten Canal hineinzieht oder aus demselben herausdrückt. Dieses Trieb (Abb. 4 u. 5 auf Bl. 54) bildet mit dem unteren Theil einer lothrecht stehenden Welle ein Stück und ist aus Gufs-

stahl angefertigt. Der obere Theil der stehenden Wellen ist bei den verschiedenen Thoren und bei den Schleusen in Holtenau und Brunsbüttel je nach der Höhenlage der Zahnstangen und des Fufsbodens der Maschinenkammern verschieden lang und zum Theil aus mehreren Stücken zusammengesetzt. Allen Thorantrieben, auch denen der Sperrthore, ist eine Führung der stehenden Welle nahe ihrem oberen Ende und oberhalb des Fufsbodens der zugehörigen Maschinenkammer gemeinsam. Diese Führung erfolgt durch eine in den Boden eines gufseisernen Kastens eingebaute Stopfbüchse. Oberhalb der Führung trägt die stehende Welle ein Schneckenrad, das durch eine in den Kastenwänden gelagerte Schnecke angetrieben wird. Das eine Ende der Schneckenwelle ist über den Kasten hinaus verlängert und trägt hier in den Maschinenkammern der Mittelmauer ein Stirnrad, in das ein zweites Stirnrad, das oben bereits erwähnt worden ist und sich auf der vom Fluththorantrieb bis zum Ebbethorantrieb durchgehenden Triebwelle befindet, eingreift. Dieses zweite Triebrad ist mit seiner Welle durch eine ausrückbare Kupplung verbunden. Ist diese Kupplung gelöst, dann kommt die Zahnstange nicht in Bewegung, wenn auch die Triebwelle gedreht wird. In den Seitenmauer-Maschinenkammern ist das über den Kasten hinausragende Ende der Schneckenwelle durch eine feste Kupplung mit einer kurzen Triebwelle verbunden, die am anderen Ende in einem Stehlager ruht. Dicht neben diesem Lager befindet sich auf der Welle ein fest mit ihr verbundenes Stirnrad, das in ein zweites, auf der die beiden Druckwassermaschinen verbindenden Triebwelle befindliches Stirnrad eingreift. Dieses letztere Rad ist mit seiner Welle durch eine ausrückbare Kupplung verbunden. Ist die Kupplung gelöst, dann bleibt das Stirnrad auch dann stehen, wenn seine Welle gedreht wird, und der Thorflügel wird nicht bewegt.

Abb. 226. Ansicht.

Abb. 227. Wagerechter Schnitt.

Abb. 226 u. 227. Zahnstange zum Antrieb der Thore.

Jede Zahnstange besteht, wie die Text-Abb. 226 u. 227 zeigen, aus zehn Theilen, nämlich aus einer oberen und einer unteren schmiedeeisernen Decklasche und aus acht aus Gufsstahl angefertigten kurzen Zahnstangenstücken. Diese letzteren Stücke sind an ihren Enden sehr sorgfältig bearbeitet, sodafs sie sich mit den Endflächen satt berühren, und werden durch die beiden Decklaschen, mit denen sie durch kalt eingetriebene Niete verbunden sind, zu der Zahnstange vereinigt. Infolge dieser Ausbildung ist der Querschnitt der Decklaschen für die Zugfestigkeit der Zahnstangen allein mafsgebend, während Druckkräfte auch von den einzelnen Gufsstahltheilen übernommen werden können.

Die Canäle, in denen sich die Zahnstangen innerhalb des Schleusenmauerwerks bewegen, sind theils aus dem Mauerwerk ausgespart, theils haben sie aus verzinktem Schmiedeeisen gebildete Wände, Böden und Decken erhalten. In den Seitenmauern ist bei jedem Thor nur ein Canal nothwendig, in der Mittelmauer mufsten jedoch aus den bereits früher angegebenen Gründen zwei Canäle über einander angelegt werden. Die Höhe des unteren Zahnstangen-Kastens ist dort so gering bemessen, wie es die Zahnstange nebst ihren Endführungsrollen und die Rücksicht auf die Besteigbarkeit des Kastens durch Menschen zuliefs. Die oberen Kasten in der Mittelmauer und die Canäle in den Seitenmauern haben in Brunsbüttel durchgängig eine Höhe von 1,70 m erhalten, in Holtenau liegt die aus verzinktem Riffelblech gebildete Decke der Canäle am Aufsen- und Binnenhaupt mit Ausnahme der unteren Kasten der Mittelmauer in gleicher Höhe mit dem Fufsboden der Maschinenkammern. Die lichte Höhe der Canäle ist infolge dessen und wegen der verschiedenen Höhenlage der Zahnstangen bei den Ebbe- und Fluththoren verschieden. Die Breite der Canäle mufste so gewählt werden, dafs das freie Ende der Zahnstangen bei allen Thorflügelstellungen ausreichenden Raum in dem Canal findet. Die Zahnstangen sind an den Thorflügeln drehbar befestigt und bewegen sich mit diesem Ende beim Oeffnen und Schliefsen der Thore auf einem Kreisbogen, dessen Mittelpunkt in der Senkrechten durch die Mitte des Hals- und des Sperrzapfens liegt. Dicht hinter der Vorderflucht der Thornische befindet sich das die Zahnstange bewegende Triebrad, mit dem die Stange stets in Eingriff bleiben mufs. Um diesen Eingriff zu sichern, ist auf der dem Triebrad gegenüber liegenden Seite der Zahnstange eine Gegenrolle vorgesehen, die so angeordnet ist, dafs die Mitte der Zahnstange von der Mitte des Triebwerks in den äufsersten Stellungen nur geringe Entfernungsunterschiede haben kann. Unter diesen Umständen mufs sich das freie Ende der Zahnstange nach der gekrümmten Linie bewegen, deren Gestalt aus den Abb. 2 u. 3 auf Bl. 54 zu ersehen ist. Der Verlauf dieser Linie wurde durch Versuche festgestellt. Das freie Ende der Zahnstange wird durch eine an ihr ange-

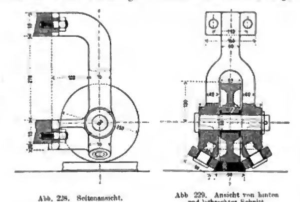


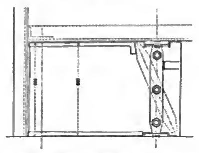
Abb. 228. Seitenansicht. Abb. 229. Ansicht von hinten und lothrechter Schnitt.

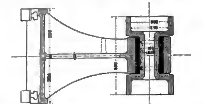
Abb. 228 u. 229. Hintere Rollenführung der Zahnstangen. 1 : 10.

brachte Rolle getragen, die sich auf einer Führungsschiene mit trapezförmigem Querschnitt bewegt. Wie die Text-Abb.

228 u. 229 zeigen, sind aufserdem noch zwei kleine, schräggestellte Rollen vorgesehen, die auf den geneigten Seitenflächen der Führungsschiene laufen und die richtige Stellung des hinteren Zahnstangen-Endes sichern und damit zugleich auch auf den guten Eingriff des Triebrades hinwirken sollen. Die Führungsschiene liegt in dem oberen Zahnstangenkasten der Mittelmauer auf der die Decke des unteren und zugleich den Boden des oberen Kastens bildenden wagerechten Blechwand auf und ist mit ihr durch versenkte Stiftschrauben verbunden. Bei allen übrigen Canälen ist die Führungsschiene mit einzelnen Blechtafeln verschraubt, die ihrerseits mit je zwei, mit der Längsachse der Schleusen gleichlaufenden T Eisen vernietet sind. Diese T Eisen sind in das die Sohle des Canals bildende Mauerwerk eingelassen und ragen beiderseitig über die Breite des Canals hinaus, sodafs sie sich mit ihren Enden im vollen Schleusenmauerwerk befinden. Die Breite der Mittelmauer beträgt an den Thornischen 9,50 m und übertrifft die Länge der Zahnstangen nur um ein weniges. Die Zahnstangenkasten gehen deshalb hier durch die ganze Mauerbreite durch. Die Abb. 1 bis 7 auf Bl. 54 stellen den Zahnstangenkasten in der Mittelmauer am Aufsenhaupt der Schleusen in Brunsbüttel dar. Bei den Seitenmauern mufsten die landseitigen Enden der Zahnstangen-Canäle durch ausgekragte Mauertheile gebildet werden. In diese Canäle gelangt man durch lothrechte Schächte von der Oberfläche der Schleusenmauern aus; die Zahnstangenkasten der Mittelmauer sind von dem hinteren Ende aus zugänglich. Die hintere senkrechte Wand wird nämlich theilweise durch eine Klappe gebildet, die sich um ein Gelenk drehen läfst und dann nahezu die ganze Breite des Kastens und eine für das Hineinkriechen ausreichende Höhe frei giebt. Selbstverständlich mufs der Thorflügel, der den Zugang zu dem Zahnstangenkasten deckt, solange er in seiner Nische liegt, ausgefahren sein. Gewöhnlich sind die Klappen geschlossen und an den Wänden durch einige Stiftschrauben mit dem Kasten verbunden.

Das in die Zahnstange eingreifende Triebrad nebst der zugehörigen stehenden Welle ist in einem aus verzinktem Schmiedeeisen hergestellten Schacht untergebracht, dessen unterer Theil mit dem Zahnstangenkasten zusammengebaut ist. Der Schacht reicht bis über den Fufsboden der Maschinenkammer und trägt oben den bereits erwähnten Kasten, in dem sich die Schnecke und das Schneckenrad befindet. Die Bodenplatte jedes Schachtes und des vorderen Theiles des zu ihm gehörigen Zahnstangenkastens sind aus einem Blech gefertigt, die Bodenplatten der beiden, zu einem doppelten Zahnstangenkasten der Mittelmauer gehörigen Schächte liegen dementsprechend verschieden hoch. In der mit der Vorderflucht der Thornische zusammenfallenden Schachtwand ist eine mit einer Klappe verschliefsbare Oeffnung angeordnet, die das Einsteigen in den Schacht ermöglicht. Die hierin angebrachten Steigeeisen erleichtern die Untersuchung der Welle, ihrer Kupplungen und der Stopfbüchse. Auf dem Bodenblech der Schächte liegt das aus den Abb. 1 bis 5 auf Bl. 54 ersichtliche Spurlager der stehenden Wellen auf. Wenn beim Oeffnen der Thore infolge zu schneller Thorbewegung Stöfse auf die Zahnstange und damit auch auf das Triebrad einwirken, dann werden sie durch das Spurlager auf die den Schacht umgebenden Mauermassen übertragen. Treten beim Schliefsen der Thore aus der gleichen Ursache Stöfse auf, dann hat die Zahnstange das Bestreben, das Triebrad mit dem Spurlager und dem Schacht aus dem Schleusenmauerwerk herauszureifsen. Um Bewegungen des Schachtes unter dem Einflufs solcher Kraftäufserungen zu verhindern, ist das Spurlager durch einen schleifenförmig gebogenen Doppelanker aus Flacheisen mit dem Schleusenmauerwerk verbunden. Die Anordnung dieser Anker ist ebenfalls aus den Abb. 1 bis 5 auf Bl. 54 zu ersehen; die Muttern der Anker sind von dem Inneren der Zahnstangenkasten aus zugänglich, sodafs sie jederzeit nachgezogen werden können.


Abb. 230. Ansicht des Lagerkörpers von der Schleuse aus.


Abb. 231. Lothrechter Schnitt durch Gegenrolle und Lagerkörper.

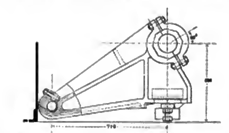

Abb. 232. Oberansicht auf den Lagerkörper und wagerechter Schnitt.

Abb. 230 bis 232. Gegenrolle nebst Lager für die Zahnstangen. 1 : 20.

Die Gegenrolle, die den Eingriff der Zahnstange und des Triebrades sichern soll, ist in der Text-Abb. 231 dargestellt. Die Rolle steht senkrecht und hat in ihrer Mitte eine Einschnürung, sodafs nur der breitere obere und untere Theil mit den Decklaschen der Zahnstangen in Berührung kommt. An der Einschnürung befindet sich das Lager der Rolle, das von einem gufseisernen Körper gebildet wird, der, seinerseits um eine senkrechte Achse drehbar, an dem Zahnstangenkasten befestigt ist. Der Lagerkörper der Gegenrolle wird durch die aus den Text-Abb. 230 u. 232 ersichtlichen Vorkehrungen in solcher Lage erhalten, dafs die Gegenrolle ihren Zweck erfüllen kann; er kann aber auch nach entsprechender Einstellung des Sicherungsstabes um seine lothrechte Achse derartig gedreht werden, dafs er den Zugang zu dem Zahnstangenkasten frei giebt. Das Herausdrehen des

Lagerkörpers ist jedoch nur dann möglich, wenn der Thorflügel am Drempel liegt oder sich nahezu in dieser Stellung befindet. Bei den übrigen Thorlagen läfst sich der Lagerkörper nicht herausdrehen, weil dann die Gegenrolle an der Zahnstange nicht vorbei kommen kann.

In der vorderen Endwand der Zahnstangenkasten mufste eine Oeffnung für den Durchgang der Zahnstange und für das Herausdrehen des Lagerkörpers der Gegenrolle und der Gegenrolle selbst frei gelassen werden. Der vor dem Lagerkörper sich befindende Theil dieser Oeffnung wird durch den Lagerkörper selbst soweit geschlossen, dafs der Zahnstangenkasten dort vor dem Eintreiben von Verunreinigungen gesichert ist; um dieses auch an der Zahnstange zu erreichen, ist daselbst ein Schiebeblech angeordnet, das zwischen Gleitbahnen laufend von der Zahnstange selbst verschoben wird und so breit gemacht worden ist, dafs es die ganze Oeffnung bei jeder Stellung der Zahnstange deckt. Diese Schiebebleche haben sich besonders in der ersten Zeit nach der Inbetriebnahme der Schleusen, als noch die Bauarbeiten am Kaiser Wilhelm-Canal und den Aufsen- und Binnenhäfen in vollem Gange waren und im Wasser aufserordentlich viel treibende Gegenstände waren, sehr bewährt. Die Schiebebleche sind auf Bl. 54 nicht dargestellt.

Die einzelnen Theile der stehenden Wellen sind durch Flanschen mit einander verbunden; die Wellen sind wie alle Theile der Bewegungsvorrichtungen der Schleusen sehr kräftig gehalten. Trotzdem sind sowohl in Brunsbüttel als auch in Holtenau bei den Wellen der Fluththore Brüche vorgekommen. Die Veranlassung zu diesen Brüchen, die stets während der Bewegung der Thorflügel eintraten, sind nicht ganz aufgeklärt. In einem Falle ist wohl mit Sicherheit nachgewiesen, dafs der Wellenbruch infolge eines beim Betriebe gemachten Fehlers eingetreten ist. Der das Absperrventil der Druckwassermaschine bedienende Mann hatte dieses nämlich zu lange offen gelassen und es kurz vor dem Anschlagen des Thorflügels an den Drempel plötzlich geschlossen, weil er fürchtete, das Thor könne bei dem infolge der schnellen Bewegung des Flügels ungewöhnlich harten Anschlagen Schaden leiden. Die der Masse des Thorflügels und des in ihm enthaltenen Wassers entsprechende lebendige Kraft mufste, da die Druckwassermaschine und damit auch die Schnecke und das Schneckenrad festgestellt waren, aufserdem das Schneckengetriebe auch selbstsperrend ist, im wesentlichen von dem Anschlufs der Zahnstange am Thorflügel, der Zahnstange selbst und dem Triebrad mit der stehenden Welle durch Formänderungsarbeit vernichtet werden. Den dabei auf diese Theile einwirkenden Kräften gegenüber hatte die stehende Welle nicht genügende Widerstandsfähigkeit und brach daher, während die übrigen Theile keinen erkennbaren Schaden erlitten. Bei den weiteren drei Wellenbrüchen konnte die Ursache nicht festgestellt werden, und es trat deshalb die Vermuthung auf, dafs während des Schliefsens der Thore zuweilen plötzliches Ansteigen des Wasserspiegels vor den Thoren eintreten könne, das sich durch den verhältnifsmäfsig engen Spalt, der besonders dann zwischen den Thorflügeln nur vorhanden ist, wenn diese sich bereits nahe dem Drempel befinden, nicht in die Schleuse bezw. den Binnenhafen fortsetzen könne. Solches Ansteigen kann durch sogenannte Dünungen und durch die Bugwelle rasch fahrender Schiffe, selbst wenn die Schiffe in ziemlich weiter Entfernung an der Schleuse vorbeifahren, veranlafst werden. Der dadurch hervorgerufene Wasserstandsunterschied vor und hinter dem Thor kann erhebliche Wasserüberdrucke auf die Thorfläche hervorbringen und so zu Beschädigungen der Bewegungsvorrichtungen führen. Die mit den stehenden Wellen gemachten Erfahrungen veranlafsten zwei Abänderungen an den Thorantrieben, von denen die eine sich auf die Schneckenräder, die andere auf die Wellen selbst bezieht. Die Wellen bestanden nämlich anfänglich mit Ausnahme des untersten, das Triebrad enthaltenden Theiles aus Gufseisen, sie wurden nach dem Eintritt der Brüche durch gufsstählerne ersetzt, sodafs jetzt die stehenden Wellen in allen ihren Theilen aus diesem Baustoff bestehen. Die zweite Abänderung bestand darin, dafs in die Schneckenräder eine Reibungskupplung eingebaut wurde, die bei Zahnstangenspannungen von mehr als 20 t in Wirksamkeit kommt und somit das Auftreten gröfserer als die der Berechnung der Bewegungsvorrichtungen zu Grunde gelegten Kräfte in den Gliedern der Antriebe unmöglich macht.

Die Schnecke und das Schneckenrad sind, wie oben bereits kurz erwähnt worden ist, in einem gufseisernen Kasten untergebracht, der oben auf den Schacht für die stehende Welle aufgesetzt ist. Aus den Abb. 4 und 5 auf Bl. 54 ist zu ersehen, dafs mit den Schachtwandungen zunächst ein gufseiserner Kranz vernietet und der Kasten mit diesem Kranz verschraubt ist. In den Boden des Kastens ist ein gufseiserner Stopfbüchsenkörper eingebaut, während die Stopfbüchse selbst aus Metall besteht. Oberhalb des Durchganges durch den Boden des Kastens trägt die stehende Welle das Schneckenrad, das durch Nasenkeile fest mit ihr verbunden ist. Jedes Schneckenrad besteht aus drei Theilen, nämlich dem Nabenkörper, dem Zahnkranz und dem zwischen diesen beiden Theilen liegenden Reibungsring. Die Text-Abb. 233 zeigt einen Querschnitt durch das Schneckenrad.

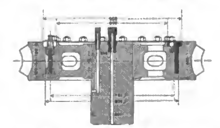


Abb. 233. Querschnitt durch das Schneckenrad des Thorantriebes. 1 : 20.

Während der Nabenkörper und der Zahnkranz aus Gufseisen hergestellt sind, besteht der Reibungsring aus Stahl. Das Anpressen des Ringes an den Zahnkranz wird durch zwei über einander angeordnete Keile bewirkt, die von einem gemeinschaftlichen und auf die halbe Länge je mit Rechts- und mit Links-Gewinde versehenen Schraubenbolzen getragen werden. Der Schraubenbolzen endigt oberhalb eines über dem Reibungsring angeordneten und sowohl über je einen schmalen Streifen des Zahnkranzes als auch des Nabenkörpers hinwegreichenden Schutzringes in einem Vierkant, der das Drehen des Schraubenbolzens ermöglicht. Wird der Schraubenbolzen in der einen Richtung gedreht, dann nähern sich die beiden Keile einander, und dadurch wird der Reibungsring

stärker an den Zahnkranz angeprefst, und die Kupplung wirkt erst bei gröfseren Zahnstangen-Spannungen. Wird der Schraubenbolzen in der anderen Richtung gedreht, dann entfernen sich die beiden Keile von einander, und die Anpressung des Reibungsringes wird kleiner. Ein Ueberfall gestattet es, den Schraubenbolzen nach jeder Viertelsdrehung festzustellen, sodafs er nicht selbstthätig in Drehung kommen und damit die Anpressung des Reibungsringes in unzulässiger Weise verändern kann. Der Schutzring ist auf dem Nabenkörper durch eine gröfsere Anzahl von Stiftschrauben befestigt.

Die Schnecke besteht aus Gufsstahl. Sie liegt ebenso wie das Schneckenrad wagerecht und ist an der einen Kastenwand in einem Spurlager, an der anderen in einem Halslager, das in einem Ausschnitt dieser Wand angeordnet ist, gelagert. Die wagerechten Kräfte der Schnecke werden bei der einen Bewegungsrichtung derselben von dem Spurlager aufgenommen, bei der anderen aber durch einen Stellring auf das Halslager übertragen. Von den Schneckengetrieben, die zu zwei ein Thor bildenden Thorflügeln gehören, ist stets das eine linksgängig, das andere rechtsgängig. Das wird dadurch veranlafst, dafs sich sämtliche Thorantriebe räumlich zwischen dem Thorflügel und der treibenden Druckwassermaschine befinden, somit die zu einem Thore gehörigen beiden Antriebe sich wie Spiegelbilder zu einander verhalten müssen. Die Kasten, in denen sich die Schneckengetriebe befinden, werden stets bis zu solcher Höhe mit einer ziemlich steifen, aus gemahlenem Graphit, Seifenwasser und den beim Betriebe der Central-Maschinenanlage gewonnenen Abtropfölen zusammengesetzten Schmiere gefüllt gehalten, dafs die untere Hälfte der Schnecke und des Schneckenrades vollständig in diese Schmiere eintaucht.

Auf das über den Kasten hinausragende Ende der Schneckenwelle ist, wie oben bereits mitgetheilt worden ist, in den Maschinenkammern der Mittelmauer ein Stirnrad aufgesetzt, das in ein zweites, auf der von Thorantrieb zu Thorantrieb reichenden Triebwelle sitzendes Stirnrad eingreift. Die Zähnezahlen der beiden Räder verhalten sich wie ungefähr 84 zu 100. Da jedes der beiden Räder so eingerichtet ist, dafs es sowohl mit der Schneckenwelle als auch mit der Triebwelle verbunden werden kann, so können beide Räder mit einander vertauscht werden, wodurch beliebig eine Beschleunigung oder eine Verlangsamung der Thorbewegung erzielt werden kann. Diese Einrichtung ist getroffen worden, weil in den ersten Zeiten nach der Inbetriebnahme der Schleusen die Reibungswiderstände in den Thorantrieben und ebenso auch in den übrigen Antrieben gröfser sein mufsten als später, wenn die Vorgelege, Uebersetzungen und Triebwellen sich eingelaufen haben. Es empfahl sich, zur Ausgleichung dieses Unterschiedes das Vorgelege der Thorantriebe während der ersten Betriebsmonate so zu stellen, dafs die Thorbewegung langsamer, aber unter dementsprechend gröfserer Kraftäufserung erfolgt. Nachdem sich Alles eingelaufen hatte, wurden die Räder vertauscht, sodafs nunmehr das Oeffnen und Schliefsen der Thorflügel in der vorgeschriebenen Zeit von 110 Secunden erfolgt. Das obere Stirnrad ist auf der Schneckenwelle fest verkeilt, das untere jedoch mit der Triebwelle durch eine ausrückbare Kupplung verbunden. Diese Kupplung ist ebenso ausgebildet wie die Kupplungen in den Triebwellen, jedoch tritt an die Stelle des Gufskörpers *A* das Zahnrad selbst, das zu dem Zweck mit zwei Knaggen versehen ist. Aufserdem ist das Zahnrad nicht mit der Welle verkeilt, sondern es sitzt lose auf ihr, sodafs es nur dann in Bewegung kommt, wenn die Kupplung eingerückt, also die Klinke nach dem Zahnrade zu umgelegt ist.

In den Seitenmauern schliefst an die Schneckenwelle eine kurze, wagerechte Triebwelle mittels einer Scheibenkupplung an. Auf dem von dem Kasten für das Schneckengetriebe abgekehrten Ende sitzt ein Stirnrad, das in ein zweites, auf der die beiden Druckwassermaschinen verbindenden Triebwelle angebrachtes Stirnrad eingreift. Auch die Zähnezahlen dieser beiden Räder stehen in dem Verhältnifs wie ungefähr 84 zu 100, und die Räder sind so eingerichtet, dafs sie gegen einander vertauscht werden können. Das jeweilig auf der die Druckwassermaschinen mit einander verbindenden Triebwelle sitzende Rad wird mit dieser durch eine ausrückbare Kupplung verbunden. Von den beiden Stirnrädern hat das eine hölzerne, leicht auswechselbare Zähne erhalten, deren Querschnitt so bemessen ist, dafs bei etwa unvermuthet im Getriebe auftretenden Widerständen die hölzernen Zähne brechen, während das zweite Rad unbeschädigt bleibt. In der Mittelmauer hat das eine der beiden sonst gleich grofsen Stirnräder, die auf der Kurbelwelle der Druckwassermaschinen einerseits und der von Thorantrieb zu Thorantrieb durchgehenden Triebwelle anderseits sitzen, aus dem gleichen Grunde Holzzähne erhalten.

Mittels des im vorstehenden beschriebenen Antriebes ist eine Druckwassermaschine von 26 Pferdekräften und 60 Umdrehungen in der Minute imstande, einen Thorflügel in 110 Secunden gegen einen während der ganzen Dauer der Bewegung gleichmäfsig auf die Thorflügel wirkenden Winddruck von 50 kg/qm zu öffnen oder zu schliefsen. Da bei einem Sturme, der diesem Druck auf die Flächeneinheit entspricht, die Schiffahrt in dem immerhin engen Fahrwasser des Canals unterbrochen sein wird, so liegt dann auch das Bedürfnifs zum Schleusen kaum mehr vor; es ist also eine der beiden in jeder Maschinen- und Antriebsgruppe vorhandenen Druckwassermaschinen in der Lage, bezüglich der Thorbewegungen den Anforderungen der Schiffahrt an den Schleusenbetrieb unter allen Umständen gerecht zu werden. Demnach wird es nur unter ganz besonderen Umständen, die überdies nicht unmittelbar mit dem Schiffahrtsbetriebe zusammenhängen, nothwendig sein, die beiden zu jeder Gruppe gehörigen Druckwassermaschinen gemeinschaftlich für die Bewegung der Thorflügel zu verwenden, und somit wird die Kupplung in der die beiden Druckwassermaschinen verbindenden Triebwelle unter allen gewöhnlich vorkommenden Betriebsverhältnissen gelöst sein. Wenn beide Maschinen betriebsfähig sind, dann kann also die eine mit dem Thorantrieb verbunden sein, während die andere das Heben und Senken des Umlaufcanal-Schützes bewirkt. Bei ruhigem Wetter sind sehr viel kleinere Kräfte zum Bewegen der Thorflügel ausreichend, und deshalb ist eine Vorrichtung getroffen, die es ermöglicht, jede Druckwassermaschine mit der Hälfte des Drucks zu betreiben, der dem Betriebswasser der Bewegungsvorrichtungen in der Central-Maschinenanlage ertheilt wird. Zu dem Zweck wird nur der in der Mittelmauer aufgestellten

Druckwassermaschine Wasser von 50 Atmosphären Pressung zugeführt. Das Wasser versetzt die Maschine in Bewegung, giebt dabei jedoch nur einen Theil seiner Pressung ab und wird mit der ihm verbleibenden Pressung durch eine besondere, an die Maschine der Mittelmauer angeschlossene Rohrleitung — Hintereinanderschaltleitung genannt — durch die Tunnel unter den Schleusen nach der in der Seitenmauer aufgestellten, den zweiten Flügel des betreffenden Thores bewegenden Maschine geleitet. Es durchströmt diese Maschine, sie in Bewegung setzend, und fliefst hinter derselben entweder — wie in Holtenau — nach der Schleuse ab, oder — wie in Brunsbüttel — durch die Rücklaufleitung nach den Wasserbehältern im Accumulatorenthurm der Central-Maschinenanlage. Solche Hindereinanderschaltleitungen sind am Aufsen- und Binnenhaupt überall zwischen zwei zu einander gehörige, in der Mittelmauer und der Seitenmauer stehende Maschinen eingebaut, sodafs die beiden Flügel jedes Thores und ebenso die in derselben Querachse der Schleuse befindlichen, zu einer Kammerschleuse gehörigen beiden Umlaufcanal-Schützen durch hintereinander geschaltete Maschinen bewegt werden können. Da der Durchmesser und der Hub der Kolben bei je zwei solcher Maschinen genau gleich ist, so mufs eine Druckwassermenge, welche die Mittelmauermaschine in eine bestimmte Zahl von Umdrehungen versetzt, auch in der Seitenmauermaschine genau dieselbe Zahl von Umdrehungen veranlassen. Da ferner die Antriebe zweier Thorflügel und die von den Thorflügeln zurückzulegenden Wege, ebenso auch die Antriebe und die Wege von zwei Schützen mit einander übereinstimmen, so müssen durch zwei hintereinander geschaltete Maschinen auch zwei mit ihnen zusammengekuppelte Umlaufcanal-Schützen vollständig gleichmäfsig bewegt, also gleichzeitig in die Endstellung gebracht werden. Vorbedingung hierfür ist allerdings, dafs die Druckwassermenge, die der Mittelmauermaschine aus der Druckrohrleitung durch Oeffnen des Absperrventils in dieser Leitung zugeführt wird, unverkürzt und ebenso unvermehrt in die Seitenmauermaschine gelangt. Die Hintereinanderschaltleitung mufs also vollständig dicht sein; und dies mufs auch bei den verschiedenen, später näher zu besprechenden Steuer- und Schaltvorrichtungen, durch die das Druckwasser hindurchzufliefsen hat, der Fall sein. Dagegen braucht der Widerstand, den jeder der beiden Thorflügel oder jedes der beiden Schützen der Bewegung entgegensetzt, keineswegs gleich zu sein, es genügt vielmehr, wenn die beiden Widerstände zusammen in jedem Augenblick der Bewegung kleiner sind als die Kraftleistung der beiden hintereinandergeschalteten Maschinen. Sobald nämlich, um ein Beispiel anzuführen, der Widerstand des von der Seitenmauer aus bewegten Thorflügels gröfser wird als der des von der Mittelmauer aus bewegten Flügels, wird auch die Spannung des in der Seitenmauermaschine wirkenden Wassers zunehmen und in der Mittelmauermaschine der Verbrauch an Wasserpressung dementsprechend abnehmen müssen, da sonst eine gleichmäfsig schnelle Bewegung der beiden Thorflügel nicht möglich ist. So lange also die Summe der Widerstände der beiden Thorflügel kleiner ist als die Kraftleistung der hintereinandergeschalteten Maschinen, wird der Verbrauch an Pressung in jeder der beiden Maschinen sich genau nach dem jeweiligen Widerstande des von der Maschine zu bewegenden Thorflügels richten, also fortwährend hin und her schwanken.

Die Antriebe der Umlaufcanal-Schützen. In der Unterabtheilung b dieses Abschnittes S. 443 dieses Jahrg. ist bereits mitgetheilt worden, dafs die Schützen durch Stirnräder bewegt werden, die in eine an dem Schütz angebrachte Zahnstange eingreifen und je nach ihrer Drehungsrichtung das Schütz entweder heben oder senken. Das ebenso wie die Zahnstange sehr kräftig ausgeführte Stirnrad ist auf eine wagerecht liegende Welle aufgekeilt, die durch drei auf der Sohle der Schützengrube aufgestellte Lager unterstützt wird. Zwei dieser Lager befinden sich, wie die Text-Abb. 209 bis 211, in denen die Schützenantriebe zur Darstellung gebracht sind, zeigen, rechts und links von dem Stirnrade und dienen zugleich, wie ebenfalls oben bereits erwähnt worden ist, zur Verbindung der den Stofs eines zu weit nach oben gefahrenen Schützes aufnehmenden Rundeisenstangen mit dem Schleusenmauerwerk. Den gleichen Zweck zu erfüllen haben auch die beiden Lager der dem Stirnrad gegenüber auf der anderen Seite des Schützes angeordneten Gegenrolle, die einen stets guten Eingriff des Triebrades in die Zahnstange an der Schütztafel herbeiführen soll. Das dritte, zur Unterstützung der wagerechten Welle vorgesehene Lager befindet sich an deren Ende. Der Lagerkörper ist so ausgebildet, dafs er zugleich das Spurlager für eine stehende Welle aufnehmen kann. Die wagerechte und die stehende Welle tragen je ein Kegelrad und stehen durch dieses Getriebe mit einander in Verbindung. Die stehende Welle ist in ähnlicher Weise wie die entsprechenden Wellen der Thorantriebe an ihrem oberen Ende in einer Stopfbuchse geführt, die in den Boden eines gufseisernen Kastens eingebaut ist, und trägt oberhalb der Stopfbuchse ein mit ihr fest verkeiltes Schneckenrad, in das wiederum eine Schnecke eingreift. Der Kasten ist auf zwei Paar U Eisen, die mit der Schleusenlängsachse gleichlaufend über die Schützengrube gestreckt und mit dem Schleusenmauerwerk kräftig verankert sind, gelagert und mit ihnen derartig verschraubt, dafs er die auf ihn einwirkenden wagerechten und lothrechten Kräfte mit Sicherheit auf die U Eisen überträgt. Die Schnecke ist in den Seitenwänden des gufseisernen Kastens gelagert und durchdringt dessen eine Wand. Aufserhalb des Kastens trägt das hinausragende Wellen-Ende ein kleineres Stirnrad, das mit einem zweiten, auf der Haupttriebwelle jeder Maschine und Antriebsgruppe angeordneten Rade in Eingriff steht. Die Haupttriebwelle liegt oberhalb der Schnecke, die Wellenmitten liegen jedoch nicht genau in derselben senkrechten Ebene, sondern sind etwas gegen einander verschoben. Das untere Rad ist mit der Schneckenwelle fest verkeilt, das obere Rad steht mit der Haupttriebwelle wieder durch eine ausrückbare Kupplung, die ebenso ausgebildet ist, wie die entsprechende Kupplung in dem Thorantriebe, in Verbindung. Ist die Kupplung ausgerückt, dann dreht sich das obere Zahnrad nicht mit, wenn die Haupttriebwelle bewegt wird, und das Schütz bleibt in seiner Lage. Sobald die Kupplung eingerückt wird, entspricht jeder einmaligen Umdrehung der Welle, also auch einer Druckwassermaschine, eine bestimmte Hebung oder Senkung der Schütztafel.

Das Gewicht jeder Schütztafel einschliefslich der Eisen- und Stahltheile beträgt 4200 kg, der Auftrieb der vollständig

eingetauchten Tafel 2400, der Gewichtsunterschied also 1800 kg, und dieser Theil des Gewichtes ist durch nachträglich angeordnete Gegengewichte ausgeglichen worden. Anfänglich waren diese Gegengewichte nicht vorgesehen, und deshalb bewegten sich die Schützen beim Absenken zuweilen schneller, als der Umdrehungszahl der Druckwassermaschine entsprach. Das Schneckengetriebe wirkte nämlich wohl selbstsperrend, solange sich das Schütz in Ruhe befand und in dem Getriebe die Reibung der Ruhe Geltung hatte; wenn das Schütz aber gesenkt wurde, dann reichte die Reibung der Bewegung nicht dazu aus, die Selbstsperrung des Schneckengetriebes aufrecht zu erhalten. Die Schnecke eilte der Haupttriebwelle vor, und die Klinke der ausrückbaren Kupplung erhielt, wenn die Schnecke um eine halbe Umdrehung vorgeeilt war und nunmehr der mit der Schneckenwelle fest verkeilte Theil der Kupplung durch die Knagge festgehalten wurde, einen je nach der Schnelligkeit der Schützenbewegung verschieden starken, mehr oder minder heftigen Stofs. Dieser Stofs pflanzte sich selbstverständlich durch die Kupplung auf die Haupttriebwelle und die Druckwassermaschine fort und wirkte ebenso auch auf die Theile der Bewegungsvorrichtungen zwischen dem Schütz und der Kupplung ein, sodafs Brüche zu erwarten waren; deshalb wurden die Gegengewichte schleunigst angebracht, ehe sich infolge der Stöfse ernsthafte Mifsstände geltend gemacht hatten. Die Gegenwichte bestehen aus Roheisentafeln, die sich zwischen zur Führung dienenden U Eisen auf und nieder bewegen können. Die Verbindung der Gegengewichte mit den Schütztafeln ist durch je zwei Ketten hergestellt, die über Rollen laufen, die ihrerseits an den Trägern der Maschinenkammerdecken befestigt sind. Die Gegengewichte sind in den Text-Abb. 209 bis 211 nicht dargestellt, einmal weil die Deutlichkeit der Zeichnungen darunter gelitten hätte, dann aber auch, weil die Gegengewichte erst nachträglich angeordnet wurden und in die bestehende Schützenanlage so gut, wie es ging, eingefügt werden mufsten. Dabei ist eine Anlage entstanden, die das Gepräge des Nothbehelfs trägt.

Die zum Heben der Schützen erforderliche Kraft ist Dank der Verwendung der Rollenführung verhältnifsmäfsig klein. Bei einem Wasserstandsunterschied vor und hinter dem Schütz von 3,50 m beträgt der auf die Tafel einwirkende Druck rund 32500 kg, der Bewegungswiderstand beträgt aber nur ungefähr ein Achtel davon, also rund 4100 kg, selbst wenn der Reibungsfestwerth zwischen Pockholz und Stahl und zwischen den Rollen und der schmiedeeisernen, verzinkten Führungsschiene am Schützenschlitz gleichmäfsig zu 0,50, also verhältnifsmäfsig hoch angenommen wird. Infolge dessen sind auch zwei hintereinander geschaltete Maschinen bei fast allen Schleusenbetriebsverhältnissen imstande, die beiden zu einer Schleusenkammer gehörigen Schützen zu heben und zu senken. Nur in ganz besonderen Ausnahmefällen wird es nothwendig werden, jedes Schütz von einer die vollständige Wasserpressung ausnutzenden Maschine heben zu lassen.

Wie bereits oben erwähnt worden ist, sind die auf den Abdeckungen der Maschinenkammern aufgestellten Schutzkästen für die Zahnstangen an den Umlaufcanal-Schützen mit Zeigervorrichtungen versehen, die den jeweiligen Stand der Schützen erkennen lassen. Jeder Kasten ist mit zwei Zeigern ausgestattet, von denen der eine der Schleusenmitte zugekehrt, der andere derartig angebracht ist, dafs er von dem das Absperrventil der zugehörigen Druckwassermaschine bedienenden Manne beobachtet werden kann. Bei den Seitenmauer-Schützen wird diese letztere Zeigervorrichtung nur in den Ausnahmefällen, in denen das Heben und Senken der Schützen nicht mit den hintereinander geschalteten Maschinen ausgeführt werden kann, zu beobachten sein, in der überaus grofsen Mehrzahl der Betriebsfälle wird allein der der Schleusenmitte zugekehrte Zeiger, dessen Stellung von der Mittelmauer aus, insbesondere von dem das Absperrventil der Mittelmauermaschine bedienenden Maschinisten erkannt werden kann, in Betracht kommen. Die Schutzkästen auf der Mittelmauer haben die zweite Zeigervorrichtung nur erhalten, damit die den Schleusenbetrieb beaufsichtigenden Beamten die Stellung der dortigen Schützen auch von den Seitenmauern aus beurtheilen können. Die Bewegung der Zeigervorrichtungen wird durch eine Schnur herbeigeführt, die mit beiden Enden an die Schütztafel befestigt ist. Das eine Ende führt von dem Anschlufs aus lothrecht in die Höhe, ist um eine in dem Schutzkasten gelagerte Rolle zweimal herumgeschlungen und geht dann nach der Sohle der Schützengrube hinab. Auf dieser ist eine Umlenkrolle angebracht. Die Schnur umgiebt die untere Hälfte des Umfanges dieser Rolle und führt dann zu dem Anschlufs an das Schütz wieder in die Höhe. Die obere Rolle ist auf einer Welle festgekeilt, die Welle mufs sich also, je nachdem das Schütz gehoben oder gesenkt wird, in der einen oder der anderen Richtung drehen. Von der Welle aus werden die Zeigervorrichtungen bewegt.

Die Schützengruben sind in Höhe des Fufsbodens der Maschinenkammern mit Riffelblechplatten abgedeckt. Diese Platten liegen theils auf 5 cm Breite auf diesem Fufsboden auf, theils werden sie durch kleine U Eisen unterstützt, die senkrecht zur Schleusenlängsachse liegen und theils von Schellen getragen werden, die an den mehrfach erwähnten senkrechten Rundeisenstangen angebracht sind, theils sich auf die unteren Flanschen der den Schneckenkasten tragenden U Eisen stützen. Die kleinen U Eisen sind nirgendwo mit dem Schleusenmauerwerk und den Theilen der Schützenanlage in eine feste Verbindung gebracht worden, sie sollen für Instandsetzungsarbeiten an den Schützen und deren Bewegungsvorrichtungen möglichst leicht entfernt werden können. In der Abdeckung der Schützengruben ist an einer Stelle, die von den die Maschinen bedienenden Arbeitern sonst nicht begangen wird, eine Einsteigeöffnung angeordnet. Dort führt eine eiserne Leiter von der Maschinenkammer nach der Sohle der Schützengrube hinab.

Die Antriebe der Spille. Wie bereits in der Unterabtheilung c dieses Abschnittes (S. 450 d. Jahrg.) gesagt worden ist, werden die stehenden Wellen der Spille und damit auch die Spilltrommeln mit Hülfe eines Kegelradvorgeleges bewegt. Das kleinere Kegelrad ist dabei auf einer wagerechten Welle festgekeilt, und auf dieser Welle befinden sich fernerhin noch drei Stirnräder. Je eines davon gehört zu einem der drei Vorgelege, die die drei verschiedenen Umdrehungsgeschwindigkeiten und die dementsprechend sich ändernden Zugkräfte am Umfang der Spilltrommel herbeiführen (Text-Abb. 217 bis 220 und 234). Die Welle mit dem Kegelrad und den drei Stirnrädern ist gleichlaufend zu der Haupttriebwelle gelagert. Auf der letzteren ist für jedes Vorgelege

ebenfalls ein Stirnrad angebracht. Die Verbindung zwischen den zusammengehörigen Rädern wird für das 3 t- und das 6 t-Vorgelege durch ein drittes, in die beiden Räder gleichzeitig eingreifendes Rad, bei dem 12 t-Vorgelege durch zwei auf einer gemeinschaftlichen Welle angebrachte, verschiedenen grofse Stirnräder herbeigeführt, von denen das gröfsere in das auf der Haupttriebwelle befindliche Rad, das kleinere in das auf der wagerechten Welle befestigte Stirnrad eingreift. Das Uebersetzungsverhältnifs der Vorgelege ist aus den in die Text-Abb. 217 und 218 eingetragenen Zähnezahlen der Räder zu ersehen. Solange das Spill aufser Betrieb ist, befinden sich die zur Verbindung der beiden Triebwellen dienenden Zahnräder sämtlich aufser Eingriff mit den auf den Wellen befindlichen Rädern, die Haupttriebwelle kann also behufs des Oeffnens oder des Schliefsens eines Thorflügels oder behufs des Hebens oder Senkens eines Schützes beliebig gedreht werden, ohne dafs das Spill in Bewegung kommt. Soll das Spill benutzt werden, dann mufs erst das der benöthigten Zugkraft entsprechende Vorgelege des Spills eingerückt werden. Diese Einrückung erfolgt von der Decke der Maschinenkammer aus durch Umlegen eines Hebels, dessen Handgriff sichtbar und erreichbar wird, wenn der Deckel eines in die Maschinenkammerdecke eingebauten Kastens geöffnet wird, jedoch nicht sofort nach dem Umlegen des Hebels, sondern erst dann, wenn der Deckel des Kastens wieder geschlossen wird.

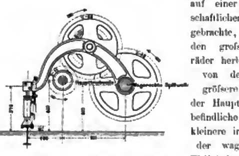


Abb. 234. 12 t-Vorgelege der Spille.

Die kleinen Wellen, auf denen die einzelnen Verbindungsräder des 3 t- und 6 t-Vorgeleges und die beiden Verbindungsräder des 12 t-Vorgeleges sitzen, sind mit ihren Enden annähernd in der Mitte je eines gekrümmten Hebelpaares drehbar gelagert, und zwar ist die Form der Hebelarme derart gewählt, dafs die Mitten der Verbindungszahnräder höher liegen als die Mitten der Haupttriebwelle und der zum Spill gehörigen wagerechten Welle. Das eine Ende der Hebel ist mit einem Auge versehen und mit diesem auf die wagerechte Spillwelle geschoben, sodafs sich die Hebelpaare um diese Welle drehen müssen, wenn ihr anderes Ende gehoben und gesenkt wird. Diese Hebung und Senkung der anderen Enden der Hebelpaare wird nun für jedes Hebelpaar gesondert durch eine kleine Druckwasserstellvorrichtung bewirkt. Die Stellvorrichtungen bestehen aus einem kleinen Cylinder, in dem sich ein Scheibenkolben bewegen kann, dessen verhältnifsmäfsig starke Kolbenstange nach oben führt und an das Ende eines der drei Hebelpaare angeschlossen ist. Befindet sich in dem Cylinder Druckwasser, so hat der Kolben auch seine höchste Stellung, da die auf seine Unterfläche wirkende Wasserpressung gröfser ist als die auf die obere Fläche entfallende, weil diese um den Kolbenstangenquerschnitt kleiner ist als jene. Bei dieser Kolbenstellung befinden sich die Verbindungszahnräder der Vorgelege aufser Eingriff mit den übrigen Rädern, und die Vorgelege sind ausgerückt. Wird das Druckwasser aus dem unter dem Kolben befindlichen Theil des Cylinders abgelassen, während gleichzeitig der über dem Kolben gelegene Theil des Cylinder-Inneren mit dem Druckwasser in Verbindung bleibt, dann sinkt der Kolben und das zugehörige Vorgelege wird eingerückt. Beim Einrücken der Vorgelege kommt zunächst das Verbindungszahnrad mit dem auf der Haupttriebwelle befindlichen Stirnrade zum Eingriff, erst beim weiteren Senken des Kolbens kommt das Verbindungszahnrad auch mit dem auf der wagerechten, zum Spill gehörigen Welle angebrachten Stirnrade zum Kämmen. Diese Anordnung bezweckt ein allmähliches Ingangsetzen der zu bewegenden Spilltheile. Die kleinen Druckwassercylinder machen beim Heben und Senken der Hebelpaare eine kleine Drehbewegung, und dementsprechend mufsten sie auch drehbar mit dem Schleusenmauerwerk verbunden werden; sie endigen deshalb in ihrem unteren Theil in einem Auge, das durch einen Bolzen an einem kleinen gufseisernen Lager befestigt ist, das seinerseits wieder mit dem über den Maschinenkammer-Fufsboden hervorragenden Theil eines in diesen Fufsboden eingemauerten I Eisens verschraubt ist. Um die von den Hebeln getragenen Zahnräder an jedem zu tiefen Eingreifen in die auf der Haupttriebwelle und der wagerechten Spillwelle angeordneten Räder zu hindern, wird die tiefste Stellung der freien Enden der Hebelpaare durch Bügel, auf welche die Hebel aufstofsen, begrenzt. Ebenso sind Vorrichtungen vorhanden, durch welche die Hebel in ihrer gehobenen Stellung festgehalten werden können, wenn etwa ein Druckwasser-Cylinder während des Thor- und Schützenbetriebes schadhaft wird oder für Unterhaltungsarbeiten ausgewechselt werden soll. Diese letzteren Vorrichtungen sind bei den Spillen, die von den Haupttriebwellen in den Maschinenkammern am Aufsen- und Binnenhaupt der Schleusen aus betrieben werden, nur dann aufser Benutzung, wenn der verhältnifsmäfsig seltene Fall eintritt, dafs diese Spille in Thätigkeit treten sollen. Gewöhnlich sind die Hebel festgestellt, damit sich die Spille nicht bei etwa eintretendem Undichtwerden der Ein- und Ausrückvorrichtungen selbstthätig einrücken oder von Unbefugten oder von den Bediensteten der Schleuse irrthümlich eingerückt werden können.

Das Einrücken der Spillvorgelege geschieht, wie bereits oben erwähnt worden ist, durch Umlegen eines von der Decke der Maschinenkammer aus zugänglichen Hebels. Dieser mufs in vier verschiedenen Stellungen eine Einwirkung auf die Spillvorgelege ausüben, da nämlich entweder alle drei Vorgelege ausgerückt sein müssen oder das 3 t- bezw. das 6 t- oder das 12 t-Vorgelege eingerückt sein mufs, während gleichzeitig die Hebelpaare der beiden anderen Vorgelege gehoben sein müssen. Wenn alle drei Vorgelege ausgerückt sind, dann mufs sich in den kleinen Cylindern sowohl über wie unter dem Kolben Druckwasser befinden. Wenn ein Vorgelege eingerückt werden soll, so braucht nur das Cylinder-Innere unter dem Kolben mit der Luft in Verbindung gesetzt zu werden, denn dann kann das dort befindliche Druckwasser entweichen; auf die untere Kolbenfläche wirkt dann nur noch der Atmosphärendruck, und das zugehörige Hebelpaar senkt sich. Der Wechsel in der Verbindung des unter dem Kolben befindlichen Theils des Inneren der drei Cylinder mit dem Druckwasser bezw. der Luft geschieht mit Hülfe eines Schie-

bers, der durch den Hebel in einem Gehäuse bewegt wird. In der Text-Abb. 235 ist das Gehäuse mit dem Buchstaben *A* bezeichnet. Das Innere des Gehäuses steht durch eine

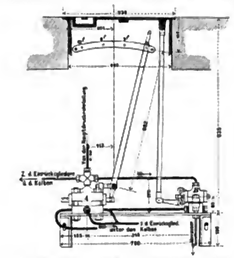


Abb. 235. Gehäuse *A* und *B* nebst den Hebeln und der Klappe.

kleine Rohrleitung ständig mit dem Druckwasser in Verbindung. Der Anschlufs dieser Rohrleitung an das Gehäuse ist durch das in der Text-Abb. 236 gestrichelt angedeutete Kreuzstück bewirkt. Oben schliefst an das Kreuzstück die Druckwasserzuleitung an, links führt eine Leitung nach den in den drei Cylindern der Spillvorgelege oberhalb der Kolben gelegenen Räumen, und rechts zweigt eine Leitung ab, die nach dem in der Text-Abb. 235 mit *B* bezeichneten Körper führt und eine später zu erörternde Aufgabe zu erfüllen hat. In dem Inneren des Gehäuses befindet sich also stets Druckwasser, und ebenso stehen die Räume über den Kolben in den drei Cylindern stets mit dem Druckwasser in Verbindung. Wenn sich ein Kolben senkt, dann strömt deshalb ohne weiteres die der dadurch hervorgerufenen Vergröfserung des Raumes über dem Kolben entsprechende Wassermenge nach, und wenn der Kolben sich hebt, strömt entsprechend Druckwasser ab.

In der Bodenplatte des Gehäuses *A* befinden sich vier kreisrunde Canäle, die nahezu senkrecht hinabgeführt sind und in vier wagerechte Canäle einmünden, die von den Mitten der vier Seitenflächen des unteren Gehäusetheiles ausgehen. Die Ausmündungen der drei in Text-Abb. 237 mit den Zahlen *1*, *2* und *3* bezeichneten Canäle liegen im Schieberspiegel in einer geraden Linie, und jeder dieser Canäle steht mit einem der in den drei Cylindern der Vorgelege unter dem Kolben befindlichen Räume durch eine Rohrleitung in Verbindung. Die Ausmündung des vierten, mit der Zahl *4* bezeichneten Canals liegt hinter den drei übrigen. Dieser Canal steht mit der Luft in Verbindung, aber nicht unmittelbar und ständig, sondern aus dem später zu erörternden Grunde auf dem Umwege über den in der Text-Abb. 235 mit *B* bezeichneten Körper. Der durch den Hebel bewegte Schieber hat die aus den Text-Abb. 236 bis 240 ersichtliche Form. Er bedeckt den Canal *4* bei jeder der vier Stellungen, die ihm durch das Umlegen des Hebels, der ihn bewegt, ertheilt werden sollen, die Canäle *1*, *2* und *3* werden jedoch entweder alle drei von dem Schieber frei gelassen, und in diesem Falle sind auch alle drei Vorgelege des Spills ausgerückt, oder der Schieber überdeckt einen dieser Canäle, sperrt ihn damit gegen das im Schiebergehäuse befindliche Druckwasser ab und bringt ihn zugleich mit dem vierten Canal in Verbindung. Die Form und die Abmessungen des Schiebers sind so gewählt, dafs das gleichzeitige Bedecken von zwei der in einer Linie liegenden Canalausmündungen unmöglich ist, es können deshalb auch nie zwei Vorgelege gleichzeitig eingerückt sein. Wenn der vierte Canal nun zur Luft führte, dann müfste das Druckwasser unter dem Kolben des zu dem überdeckten Canal gehörigen Cylinders entweichen und das betreffende Vorgelege sich einrücken. Der vierte Canal führt aber nur dann zur Luft, wenn die Klappe, die in der Maschinenkammerdecke geöffnet werden mufs, um den Hebel zugänglich zu machen, geschlossen ist. Wenn diese Klappe geöffnet ist, und das mufs sie sein, wenn der Hebel behufs Einrückens eines Vorgeleges umgelegt werden soll, dann steht auch der vierte Canal mit dem Druckwasser in Verbindung,

Abb. 236. Lothrechter Schnitt durch das Gehäuse *A*.

Abb. 237. Oberansicht von dem Untertheil des Gehäuses *A* und dem Schieber.

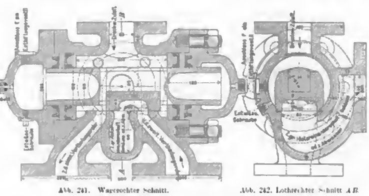
Abb. 238. Querschnitt des Untertheils des Gehäuses *A* nebst Schieber.

Abb. 239. Schnitt *ab* durch den Schieber.

Abb. 240. Unteransicht des Schiebers des Gehäuses *A*.

Abb. 235 bis 240. Die Einrückvorrichtungen der Spill-Vorgelege.

und das Vorgelege rückt sich nicht ein. Die wechselnde Verbindung des vierten Canals mit der Luft bezw. mit dem Druckwasser wird nun durch den in der Text-Abb. 235 mit *B* bezeichneten Körper bewirkt. Dieser Körper enthält wieder einen Schieber, und zwar einen Schieber, der beim Oeffnen und Schliefsen der in der Maschinenkammerdecke angeordneten Klappe durch ein Hebelgestänge bewegt wird, also eine Stellung — entsprechend der geöffneten — und eine zweite Stellung — entsprechend der geschlossenen Klappe — annimmt. In der letzteren Stellung überdeckt der Schieber gleichzeitig zwei Canäle, von denen der eine zur Luft führt, der andere durch eine kupferne Rohrleitung mit dem vierten Canal des Schiebergehäuses *A* in Verbindung steht, sodafs also bei dieser Stellung des Schiebers der vierte Canal mit der Luft verbunden ist. Dann aber rückt sich auch, sofern der den Schieber im Gehäuse *A* bewegende Hebel auf ein Vorgelege umgelegt ist, das Vorgelege ein, wie aus dem oben Gesagten hervorgeht. Ist die Klappe dagegen geöffnet, dann hat der Schieber in dem Gehäuse *B* seine zweite Stellung, und bei dieser ist der mit dem vierten Canal des Gehäuses *A* in Verbindung stehende Canal nicht überdeckt. Da nun das Innere des Gehäuses *B* durch die bereits erwähnte Rohrleitung, die an das Kreuzstück am Gehäuse *A* angeschlossen ist, mit dem Druckwasser in Verbindung steht, wird auch der vierte Canal des Gehäuses *A* mit Druckwasser gefüllt sein, und das Druckwasser unter dem Kolben eines einzurückenden Vorgeleges kann nicht entweichen, also dieser Kolben sich nicht senken und damit sich das Vorgelege nicht einrücken. Ebenso kommt auch ein Vorgelege, das bereits eingerückt war, durch Oeffnen der Klappe sofort wieder aufser Eingriff. Diese Abhängigkeit der Spill-Vorgelege von der Klappenstellung ist geschaffen worden, damit nicht etwa während des Ganges eines Spilles durch schnelles Umlegen des Hebels auf ein anderes Vorgelege zwei Vorgelege gleichzeitig in Eingriff sein können, da dann weitgehende Zerstörungen des ganzen Spillantriebes eintreten würden. Um dem das Spill bedienenden Maschinisten das richtige Einstellen des Einrückhebels zu erleichtern und ihm die Möglichkeit zu geben, die Hebel derartig zu stellen, dafs der kleine Schieber im Gehäuse *A* den zu einem bestimmten Vorgelege gehörigen Canal vollständig überdeckt, sind an dem Kreisbogen, an dem entlang der Handgriff des Hebels bewegt wird, die Zahlen 3, 6 und 12 an den Stellen angebracht, an denen sich der Handgriff befinden mufs, wenn das 3 bezw. 6 oder 12 t-Vorgelege eingerückt werden soll. Alle drei Vorgelege sind bei allen Spillen dann ausgerückt, wenn der Hebel soweit nach dem Spill zu umgelegt ist, als es der in die Maschinenkammerdecke eingebaute Kasten überhaupt erlaubt.


Abb. 241. Wagerechter Schnitt. Abb. 242. Lothrechter Schnitt *A B*.
Abb. 241 und 242. Grofses Umsteuergehäuse.
$^1/_5$ natürlicher Gröfse.

Die vorstehende Erläuterung der Spillantriebe und der zugehörigen Einrückvorrichtungen ist auch für die von den Bewegungsvorrichtungen der Sperrthore betriebenen Spille in vollem Umfange zutreffend und ebenso im wesentlichen für die sechs, an den Enden der drei Schleusenmauern befindlichen Spille. Diese werden allerdings von besonderen Druckwassermaschinen bewegt, dadurch wird aber nur ein einziger Unterschied gegen die bisher erläuterten Antriebe herbeigeführt. Es tritt nämlich eine Verlängerung der Kurbelwelle dieser Maschine an die Stelle der Haupttriebwelle in den bisher erläuterten Maschinen- und Antriebsgruppen, alles übrige bleibt vollständig ungeändert, und deshalb werden auch im folgenden diese Spille nicht weiter erörtert werden.

Die Vorrichtungen zum Umsteuern und zum Hintereinanderschalten der Maschinen. Es ist bereits bei der Beschreibung der Druckwassermaschinen gesagt worden, dafs die Umlaufrichtung derselben davon abhängig ist, welches der beiden, quer über den Cylindern, also gleichlaufend mit der Kurbelwelle liegenden Rohre mit dem Druckwasser in Verbindung steht, und des ferneren, dafs stets das eine dieser beiden Rohre mit dem Druckwasser, das andere gleichzeitig mit dem Abwasser verbunden sein mufs, wenn die Maschine in Betrieb kommen soll. Welches der beiden Rohre mit dem Druckwasser verbunden ist, das wird durch die Stellung eines Schiebers bestimmt, der sich in einem Gehäuse bewegt, das an den beiden Rohren befestigt ist. An das Gehäuse, dessen Ausbildung aus den Text-Abb. 241 und 242 zu ersehen ist, ist die Druckwasserrohrleitung angeschlossen, und daher befindet sich in seinem Inneren stets Druckwasser, solange das Absperrventil der Maschine geöffnet ist. In den Schieberspiegel münden drei Canäle ein, wovon der mittelste bei den Seitenmauermaschinen zum Abwasser, bei den Mittelmauermaschinen jedoch in die Hintereinanderschalt-Vorrichtung führt, die — wie später erörtert werden wird — den Canal entweder mit dem Abwasser oder mit der Hintereinanderschalt-Leitung verbindet. Von den beiden anderen Canälen führt jeder zu einem der beiden Vertheilungsrohre, die über den Cylindern der Maschine liegen. Der Schieber überdeckt stets den mittleren und einen der beiden seitlichen Canäle, es ist also auch stets das eine der beiden Rohre mit dem Druckwasser, das andere mit dem Abwasser, oder in der Mittelmauer — je nach dem Stande der Hintereinanderschaltvorrichtung — mit der Hintereinanderschaltleitung in Verbindung. Der Schieber braucht also nur zwei verschiedene Stellungen annehmen zu können, um allen Anforderungen der Maschinensteuerung zu genügen. Das Innere des Gehäuses ist in drei Abtheilungen getheilt, und der

Schieber wird durch einen Kolben bewegt, der in den Zwischenwänden des Gehäuses wasserdicht geführt ist. Die Verschiebung des Schiebers wird dadurch herbeigeführt, dafs abwechselnd der eine Endtheil mit dem Druckwasser und gleichzeitig der andere mit dem Abwasser in Verbindung gesetzt wird; es schiebt dann jedesmal das Druckwasser den Kolben und damit auch den Schieber nach dem anderen Ende.

Der Querschnitt des Kolbens ist so grofs gewählt, dafs der Druck auf die Kolbenfläche 1800 kg beträgt, also der Schieber mit Sicherheit in Bewegung gesetzt wird. In welchem Endtheil sich Druckwasser befindet, das hängt von der Stellung eines Schiebers einer Hülfsvorrichtung ab. Diese Hülfsvorrichtung besteht wieder aus einem Gehäuse, in dem sich ein Schieber bewegt, und zwar hat der Schieber zwei verschiedene Stellungen, je nachdem der Deckel eines in die Maschinenkammerdecke eingebauten Kastens geöffnet oder geschlossen ist. Der Deckel dreht sich um eine wagerechte Achse und steht mit dem Schieber durch ein Gestänge in Verbindung; ist er geöffnet, dann ist auch die Maschine derartig gesteuert, dafs die Thore geöffnet und die Umlaufcanäle frei gemacht, die Schützen derselben also gehoben werden. Ist der Deckel geschlossen, dann schliefsen sich die Thore und die Umlaufcanalschützen senken sich. In den Schieberspiegel des Gehäuses münden wieder drei Canäle ein, der mittelste führt zum Abwasser, jeder der beiden seitlichen durch eine Kupferrohrleitung zu einem der beiden Endtheile der eigentlichen Umsteuerungsvorrichtung. Der Schieber überdeckt stets gleichzeitig zwei Canäle und läfst den dritten frei. Da das Innere des Gehäuses mit dem Druckwasser in Verbindung steht, ist auch der mit dem nicht überdeckten Canal in Verbindung stehende Endtheil des grofsen Schiebergehäuses mit Druckwasser gefüllt und der dortige Schieber dementsprechend eingestellt. Bei dem Verschieben des grofsen Schiebers mufs das in dem zweiten Endtheil befindliche Wasser entweichen, es nimmt seinen Weg durch die kupferne Rohrleitung nach den vom Schieber überdeckten Canal des kleinen Gehäuses und gelangt unter dem Schieber hindurch zu dem nach dem Abwasser führenden Canal.

Mit der grofsen Umsteuervorrichtung sind sämtliche Druckwassermaschinen, die vorwärts und rückwärts laufen müssen, ausgerüstet, also alle Maschinen der Schleusen, mit Ausnahme der zu den sechs Spillen an den Enden der Schleusenmauern gehörigen. Da die Spille nur rechts herum laufen sollen, konnte bei diesen sechs Maschinen die Umsteuerungsvorrichtung fortgelassen werden. Die kleinen Hülfsvorrichtungen sind nur bei den umzusteuernden Maschinen der Mittelmauer angeordnet, und zwar sind sie auf den über die Cylinder jeder Maschine gestreckten beiden Vertheilungsrohren leicht abnehmbar aufgestellt. Bei den Maschinen der Seitenmauern konnte diese Vorrichtung entbehrt werden, da die Maschinen der Seitenmauern und der Mittelmauern stets dieselbe Umgangsrichtung haben müssen, und es deshalb zweckmäfsig erschien, die Umsteuerung der beiden zu einander gehörigen Maschinen gleichzeitig vorzunehmen. Die Rohrleitungen, die von den beiden seitlichen Canälen der kleinen Umsteuerungsvorrichtung ausgehen, führen nämlich nicht nur nach dem betreffenden Endtheil der grofsen Umsteuerungsvorrichtung der Mittelmauermaschine, sondern sie sind mit Hülfe je einer in den Gängen und den Tunneln unter der Schleuse verlegten, aus sogenannten Perkinsrohren hergestellten Rohrleitung nach dem entsprechenden Endtheil der zugehörigen Seitenmauermaschinen weiter geführt. Infolge dessen werden zwei zu einander gehörige Druckwassermaschinen der Mittel- und der Seitenmauern stets gleichzeitig umgesteuert, und es braucht nur auf der Mittelmauer ein Maschinist vorhanden zu sein, der die zu der Umsteuerungsvorrichtung gehörige Klappe öffnet und schliefst, je nachdem die Thore geöffnet oder geschlossen, die Umlaufcanalschützen gehoben oder gesenkt werden sollen.

Die Hintereinanderschaltvorrichtung ist fast ebenso ausgebildet wie die Umsteuerungsvorrichtung, insbesondere stimmt die kleine Hülfsvorrichtung mit der soeben beschriebenen in allen Einzelheiten vollständig überein und wird ebenso wie diese durch das Oeffnen oder Schliefsen des Deckels eines in die Maschinenkammerdecke eingebauten Kastens betrieben. Dieser Kasten und der Kasten der Umsteuerungsvorrichtung bilden ein Stück, nur die Deckel sind getrennt. Der beim Umsteuern zu öffnende bezw. zu schliefsende Deckel ist an der der Drehachse abgewandten Seite nach einem Halbkreis

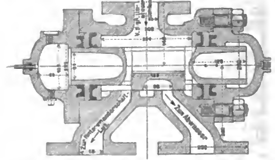


Abb. 243. Lothrechter Längenschnitt durch die Mitte des grofsen Hintereinanderschalt-Gehäuses. $^1/_7$ natürl. Gröfse.

abgerundet und trägt den Buchstaben *U*, der andere Deckel ist viereckig und mit der Bezeichnung *H* versehen. Ist der Deckel geöffnet, dann ist die Hintereinanderschaltung herbeigeführt. Das grofse Gehäuse ist an die grofse Umsteuerungsvorrichtung angeschlossen und zwar an den Rohrstutzen, in den der mittlere der drei im Schieberspiegel vorhandenen Canäle ausläuft, es tritt daher stets das in der Mittelmauermaschine verwandte Wasser, das diese bereits bewegt hat, in das Innere des Hintereinanderschaltgehäuses ein. Von hier soll es nun entweder in das Abwasser abfliefsen, oder es soll in die Hintereinanderschaltleitung gelangen und in dieser der Seitenmauermaschine zugeführt werden. Es hat also nur einen von zwei Wegen einzuschlagen, und dementsprechend sind in dem Schieberspiegel des Gehäuses auch nur zwei Canäle vorgesehen, von denen stets der eine durch den Schieber geschlossen, der andere aber geöffnet sein mufs. In der Zahl der Canäle und dem Umstande, dafs der Schieber nur einen Canal überdeckt, besteht der Unterschied zwischen der Umsteuer- und der Hintereinanderschaltvorrichtung. Die Text-Abb. 243 zeigt einen lothrechten Schnitt durch die Mitte der letzteren Vorrichtung. Aus den Text-Abb. 244 bis 246 ist der Zusammenhang der grofsen und kleinen Umsteuer- und Hintereinanderschaltvorrichtungen und die Verbindung der Schieber in den kleinen Gehäusen mit

den Deckeln der Klappen zu ersehen. Da die Deckel geschlossen sind, ist sowohl die Mittel- wie die Seitenmauermaschine so gesteuert, dafs die Thore und die Schützen geschlossen werden, die Maschinen sind aber nicht hintereinander geschaltet.

Die Hintereinanderschaltleitungen sind genau so ausgebildet wie die später zu beschreibenden Druckwasserleitungen und verfolgen auch denselben Weg wie diese. Es sei deshalb hier hinsichtlich der Hintereinanderschaltleitungen nur gesagt, dafs sie nicht an die Seitenmauermaschinen selbst bezw. an die an diesen angebrachten grofsen Umsteuergehäuse, sondern an die Zweigleitungen angeschlossen sind, die von den Hauptdruckwasserleitungen nach den Seitenmauermaschinen führen. Dieser Anschlufs ist zwischen dem in die Zweigleitung eingebauten Absperrventil und der Maschine erfolgt. Da durch Oeffnen dieses Ventils Druckwasser von voller Pressung in die Maschine gelangt, so würde sich auch die Hintereinanderschaltleitung mit solchem Wasser füllen. Um dieses zu verhindern, ist in die Hintereinanderschaltleitung an der Anschlufsstelle ein Rückschlagventil eingebaut, das von dem durch Oeffnen des

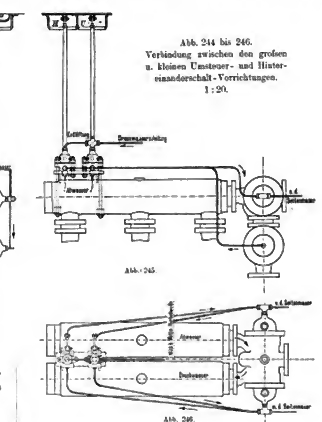


Abb. 244 bis 246. Verbindung zwischen den grofsen u. kleinen Umsteuer- und Hintereinanderschalt-Vorrichtungen. 1 : 20.

Abb. 244. Abb. 245. Abb. 246.

Abb. 247. Rückschlagventil von 70 mm Durchmesser. $^1/_4$ natürl. Gröfse.

Absperrventils in die Leitung gelangenden Druckwasser mit voller Pressung auf seinen Sitz gedrückt wird und dadurch die Hintereinanderschaltleitung gegen Eindringen dieses Wassers sichert, während es bei geschlossenem Absperrventil dem durch die Hintereinanderschaltleitung von der Mittelmauer nach der Seitenmauer strömenden Wasser den Weg nach der Seitenmauermaschine frei läfst. Das Rückschlagventil ist in der Text-Abb. 247 dargestellt.

Es ist oben bereits gesagt worden, dafs zwei hintereinandergeschaltete Maschinen nur dann genau die gleiche Anzahl von Umdrehungen machen können, wenn beide genau dieselbe Druckwassermenge empfangen. Das ist nun, wenn zwei Maschinen hintereinandergeschaltet sind, nicht immer der Fall, weil Undichtigkeiten in den Rohrleitungen und den Hinteinanderschalt- und Umsteuerungsvorrichtungen trotz sorgfältigster Unterhaltung und Beaufsichtigung der Anlage nicht zu vermeiden sind. Erhält die Seitenmauermaschine weniger Wasser als die Mittelmauermaschine, so mufs sie auch weniger Umdrehungen machen als diese, und der von ihr bewegte Thorflügel wird zum Beispiel noch nicht am Drempel liegen, während der von der Mittelmauermaschine bewegte Flügel seine Endstellung bereits erlangt hat. Ebenso kann es vorkommen, dafs der Seitenmauermaschine mehr Wasser zufliefst als der Mittelmauermaschine, und zwar wird das der Fall sein, wenn der Schieber in dem grofsen Umsteuergehäuse der Mittelmauer nicht dicht schliefst, sodafs Druckwasser unter den Schieber und damit in den mittleren Canal gelangt und von diesem durch das grofse Hintereinanderschalt-Gehäuse und die Leitung in die Seitenmauermaschine strömt. In allen solchen Fällen würden die Bewegungen zweier zusammengehörigen Thorflügel oder Umlaufcanalschützen

ungleichmäfsig ausfallen, und es bliebe — wenn nicht besondere Vorkehrungen getroffen wären — nichts übrig, als die Hintereinanderschaltung aufzuheben, sobald der eine der zu bewegenden Thorflügel oder das eine der Schützen seine Endstellung erreicht hat, und den zweiten Thorflügel oder das zweite Schütz gesondert durch die mit Wasser von voller Pressung gespeiste Maschine der Mittel- oder Seitenmauer in die Endstellung zu überführen. Dann müfste also auf den Seitenmauern ein Mann vorhanden sein, der das Absperrventil der dortigen Maschine bedient, und damit würden die Vortheile zum grofsen Theil verloren gehen, die durch die Vereinigung der Steuerung auf der Mittelmauer angestrebt worden sind. Der Vortheil dieser Einrichtungen besteht gerade darin, dafs der auf der Mittelmauer am Aufsen- oder am Binnenhaupt befindliche Maschinist unter allen gewöhnlichen Betriebsverhältnissen der Schleuse sämtliche vier Thorflügel und vier Umlaufcanalschützen durch Oeffnen und Schliefsen einiger Klappen und das Oeffnen der in die Zuleitungen zu den Druckwassermaschinen eingebauten Absperrventile beliebig bewegen kann.

Wenn die Seitenmauermaschine sich zu schnell bewegt, dann strömt durch die Hintereinanderschaltleitung zu viel Wasser, und zur Erzielung des gleichmäfsigen Ganges beider Maschinen mufs Wasser aus dieser Leitung herausgelassen werden. Bewegt sich die Seitenmauermaschine zu langsam, dann mufs Druckwasser in die Hintereinanderschaltleitung eingelassen werden, sofern die beiden Thorflügel oder die beiden Schützen gleichzeitig in ihre Endstellungen gelangen sollen. Beide Zwecke werden durch zwei gleichmäfsig ausgebildete kleine Ventile erreicht, die mit der Hintereinanderschaltleitung dicht bei der Mittelmauermaschine in Verbindung stehen und von dem auf der Maschinenkammerdecke befindlichen Maschinisten geöffnet oder geschlossen werden können. Das eine Ventil ist in eine Verbindungsleitung zwischen der Hintereinanderschalt- und der Druckwasserleitung eingebaut und läfst, sobald es geöffnet ist, Druckwasser von voller Pressung in die Hintereinanderschaltleitung einströmen, beschleunigt also den Gang der Seitenmauermaschine. Beim Oeffnen des zweiten Ventils spritzt Wasser aus der Hintereinanderschaltleitung ab, der Gang der Seitenmauermaschine wird also verlangsamt. Infolge der Anordnung dieser beiden Ventile hat der Maschinist auf der Mittelmauer die Bewegung der Thore und der Schützen am Binnen- und Aufsenhaupt der Schleusen vollständig in der Hand, solange mit Hintereinanderschaltung gearbeitet wird, also in allen gewöhnlichen Betriebsfällen. Nur dann, wenn die Bewegung der Thore und Schützen ganz ungewöhnlich grofse Kräfte beansprucht, dann sind auch auf den Seitenmauern Mannschaften zur Bedienung der zu den dortigen Maschinen gehörigen Absperrventile nothwendig, die Steuerung der Maschinen erfolgt aber auch in diesem Falle von der Mittelmauer aus.

Bei der im vorstehenden beschriebenen Ausgestaltung der Vorrichtungen für die Bewegung der Thore und Umlaufcanalschützen am Binnen- und Aufsenhaupt der Schleusen gestaltet sich der gewöhnliche Betrieb aufserordentlich einfach. Es sei z. B. bei hohem Elbewasserstand soeben ein Schiff in den Canal geschleust worden, und ein zweites will ebenfalls eingehen. Die Schützen und Thore am Binnenhaupt sind noch geöffnet, sie müssen also zunächst geschlossen werden. Der dort diensthuende Maschinist öffnet die Hintereinanderschaltklappen — viereckige Form mit Bezeichnung *H* — und schliefst die Umsteuerungsklappen — abgerundete Form mit Buchstaben *U* — bei beiden zu der betreffenden Schleuse gehörigen Mittelmauermaschinen. Die eine der Maschinen ist mit dem Thorantrieb, die andere mit dem Schützenantrieb gekuppelt, und dasselbe ist bezüglich der Seitenmauermaschinen der Fall. Sobald der Maschinist die Absperrventile öffnet, kommen beide Thorflügel und beide Schützen in Bewegung und verschliefsen, sofern die Hintereinanderschaltung vollständig dicht ist, ihre Oeffnungen, ohne dafs der Maschinist etwas weiteres zu thun hat, als gegen Ende der Bewegung die Absperrventile nach und nach zuzudrehen, sodafs die Bewegung verlangsamt wird, und harte Stöfse beim Erreichen der Endstellung der Thore und Schützen vermieden werden. Das Schütz vollzieht seine Bewegung in 90 Secunden, der Thorflügel in 110 Secunden, der Maschinist kann also beide Antriebe gleichzeitig bedienen; das Schütz ist bereits in seiner Endstellung angelangt, wenn das Absperrventil der Thormaschine sein Eingreifen erfordert. Sobald das Thor und die Schützen am Binnenhaupt geschlossen sind, können die Umlaufcanalschützen am Aufsenhaupt geöffnet, also gehoben werden. Der daselbst diensthuende Maschinist hat bereits die Hintereinanderschalt- und ebenso die Umsteuerungsklappen bei den beiden in Frage kommenden Mittelmauermaschinen geöffnet, er öffnet nunmehr das Absperrventil der mit dem Schützenantrieb gekuppelten Maschine durch Drehen des zu diesem Ventil gehörigen, etwa 1 m über die Maschinenkammerdecke hinausragenden und somit sehr bequem zu bedienenden Steckschlüssels, und sogleich heben sich die Schützen sowohl in der Mittelmauer wie in der Seitenmauer. Nachdem sich der Wasserstand in der Schleuse durch die Umlaufcanäle mit dem Elbewasserstand ausgeglichen hat, wird auch das Absperrventil an der die Thorbewegung herbeiführenden Maschine geöffnet, die Thore gehen auf, und wenn sie ganz geöffnet sind, ist die Schleuse für die Einfahrt des zweiten Schiffes bereit gestellt.

Aus dieser Darstellung des Vorganges beim Schleusen geht hervor, dafs beim planmäfsigen Betriebe der Bewegungsvorrichtungen der Schleusen alle vorzunehmenden Arbeiten durch einfache, keinerlei Kraftaufwand beanspruchende Handleistungen der beiden diensthuenden Maschinisten bewirkt werden. Dabei erfolgen die einzelnen Bewegungen so schnell, dafs bei mäfsigem Wasserstandsunterschiede eine Schleusung nur 10 bis 12 Minuten Zeit beansprucht.

Die Anordnung der Maschinen und Triebwellen im Mittelhaupt der Schleusen. Während am Aufsen- und Binnenhaupt die Bewegungsvorrichtungen der beiden nebeneinander liegenden Schleusen vollständig von einander getrennt sind und nur aus der gemeinschaftlichen Druckwasserrohrleitung ihre Triebkraft empfangen, ist die Maschinenanlage der Sperrthore mit besonderer Rücksicht darauf eingerichtet, dafs das Schliefsen der Thore beider Schleusen und das Hochziehen der die Oeffnungen in den Thorflügeln abdichtenden Schützen zu gleicher Zeit und gleichmäfsig erfolgt. Hierauf mufste besonderer Werth gelegt werden, weil nach dem Schliefsen des Sperrthores der einen Schleuse in der zweiten Schleuse eine stärkere Strömung entsteht, und

dadurch die Gefahr herbeigeführt werden kann, dafs die Thore der zweiten Schleuse infolge des gröfseren Kraftangriffes, dem sie dann beim Schliefsen ausgesetzt sind, beschädigt werden.

Die Antriebe der Sperrthore entsprechen in allen Einzelheiten den Antrieben der Ebbe- und Fluththore, nur in zwei Richtungen weisen sie Unterschiede gegen diese auf. In Holtenau liegt nämlich das die Decke des oberen Zahnstangenkastens bildende Riffelblech nicht bündig mit dem Maschinenkammer-Fufsboden, sondern der Kasten ragt um 25 cm über diesen hervor, und aufserdem liegen die Schnecken zwar wagerecht, aber rechtwinklig zur Längsachse der Schleuse, während sie bei den Fluth- und Ebbethorantrieben gleichlaufend zu dieser angeordnet sind. In den Seitenmauern ist an jede Schnecke eine kurze Triebwelle (Abb. 4 auf Bl. 53) angeschlossen, die an ihrem anderen Ende mit der Kurbelwelle einer Druckwassermaschine verbunden ist. In jeder Seitenmauer-Maschinenkammer befinden sich also zwei Druckwassermaschinen, und zwar leisten diese, ebenso wie die Maschinen der sechs Spille an den Enden der drei Schleusenmauern, je 40 Pferdekräfte. Die Verbindung der Schneckenwelle mit der kurzen Triebwelle wird durch eine ausrückbare Kupplung gebildet. In der Mittelmauer sind die Schneckenwellen der beiden Fluth-Sperrthorflügel und ebenso die Schneckenwellen der beiden Ebbe-Sperrthorflügel (Abb. 2 auf Bl. 53) durch wagerechte, rechtwinklig zur Schleusenlängsachse gerichtete Wellen verbunden, und in jede dieser beiden Wellen ist die Kurbelwelle einer Druckwassermaschine von 40 Pferdekräften Nutzleistung eingebaut. Der Anschlufs der wagerechten Wellen an die Schneckenwellen wird ebenso wie in den Seitenmauern durch ausrückbare Kupplungen gebildet. Aufser diesen beiden Maschinen sind weitere Maschinen in der Mittelmauer nicht vorhanden, es stehen also zum Bewegen der acht Sperrthorflügel und ihrer Schützen sechs Maschinen zur Verfügung.

Die Antriebe der Thorschützen sind zu einem Theil bereits bei der Beschreibung der Sperrthore erläutert worden. Danach erfolgt die Hebung und die Senkung der Schützen mit Hülfe von Ketten durch die Drehung von Kettennüssen, die in je eine wagerechte, auf jedem Thorflügel gelagerte Welle eingebaut sind. Diese Wellen, also für jeden Thorflügel eine, sind bis in die Maschinenkammer hinein fortgesetzt und durchdringen die Wände der Kammern in Canälen, die im Schleusenmauerwerk ausgespart und gegen die Schleuse hin derart abgedichtet sind, dafs sich das Wasser nicht aus der Schleuse in die Maschinenkammern ergiefsen kann. Da die Schleusenthore geöffnet und geschlossen werden, durften die Kettennufswellen nicht ohne weiteres in die Maschinenkammern hinein verlängert werden; es mufste vielmehr dafür Sorge getragen werden, dafs die Bewegbarkeit der Thorflügel durch die Wellen nicht eingeschränkt wird. Jede Welle besteht deshalb aus drei Theilen. Der Theil mit den Kettennüssen ist derartig auf dem Thorflügel gelagert, dafs er sich wohl drehen läfst, sonst aber seine Lage zum Thor nicht ändert. Der Theil der Welle innerhalb der Maschinenkammer und des im Schleusenmauerwerk ausgesparten Canals läfst sich sowohl drehen, wie auch in seiner Längsrichtung verschieben. Der dritte Theil, eine kurze Welle, ist durch je ein Doppelgelenk mit den beiden anderen Wellentheilen verbunden. Liegt der Thorflügel am Drempel, dann haben die drei Wellentheile eine wagerechte gerade Linie als gemeinschaftliche Längsachse, und nur dann ist eine Bewegung der Welle nothwendig; während des Oeffnens oder des Schliefsens der Thorflügel ist die Hebung oder die Senkung der Schützen nie erforderlich, ebensowenig während der Zeit, wenn der Thorflügel in seiner Nische liegt.

Der in die Maschinenkammer hineinragende Theil der Welle ist sowohl in dem Canal, der im Schleusenmauerwerk ausgespart ist, als auch in den Wandungen eines Gehäuses gelagert, das in Holtenau an der Decke der Maschinenkammer angebracht ist, in Brunsbüttel jedoch wegen der anderweitigen Höhenlage des Maschinenkammerfufsbodens zu der Kettennufswelle auf dem Fufsboden aufgestellt ist. In den Abb. 1, 2 und 4 auf Bl. 53 ist die Holtenauer Anordnung dargestellt; auf die Anordnung in Brunsbüttel wird im folgenden nicht näher eingegangen werden, da diese in der baulichen Ausbildung keinerlei grundsätzliche Abweichungen von der Holtenauer Ausführung bietet. In ihren Lagern mufs sich die Welle verschieben können, wenn das Thor geöffnet oder geschlossen wird. Sie ragt nämlich am weitesten in die Maschinenkammer hinein, wenn der Thorflügel am Drempel liegt, da ihr Ende in der Maschinenkammer dann um die Länge der Welle selbst und um die Länge der mittleren, mit den zwei Doppelgelenken versehenen Welle von dem Ende der auf dem Thorflügel unverschieblich gelagerten Kettennufswelle entfernt sein mufs. Je mehr sich der Thorflügel beim Oeffnen seiner Nische nähert, desto mehr zieht sich die Welle aus der Maschinenkammer heraus, das Gehäuse ist aber so angebracht, dafs die Welle auch bei ihrer äufsersten Stellung noch in beiden Wandungen gelagert ist. Innerhalb des Gehäuses befindet sich auf der Welle ein Schneckenrad, das jedoch mit ihr, der Verschiebung wegen, nicht fest verbunden werden durfte, sondern derartig auf der Welle aufsitzt, dafs diese sich unabhängig von dem Schneckenrad verschieben kann, jede Drehung des Rades aber mitmachen mufs. In das Schneckenrad greift eine lothrecht angeordnete Schnecke ein, die einen Theil einer stehenden Welle bildet. Die Welle ist oben in dem Gehäuse gelagert, durchdringt dessen Wandungen in einem Halslager und steht mit ihrem unteren Ende nochmals in einem Spurlager. Dicht oberhalb dieses letzteren Lagers trägt sie ein Kegelrad, in das ein zweites Kegelrad eingreift, das mit einer wagerechten, mit der Längsachse der Schleuse gleichlaufenden Welle durch eine ausrückbare Kupplung verbunden ist. Sobald die Welle gedreht wird, heben oder senken sich auch die Schützen je nach der Umdrehungsrichtung der Welle, sofern die Kupplung eingerückt ist.

Die wagerechte Welle dient zwei Thorflügeln, die zu derselben Schleusenöffnung gehören und von derselben Mauer aus bewegt werden, es ist also in jeder Seitenmauer nur eine solche Welle vorhanden, während in der Mittelmauer zwei vorgesehen sind. Getrieben werden die Wellen durch Kegelgetriebe, die jede Welle mit den beiden, in der Maschinenkammer vorhandenen Druckwassermaschinen verbinden und nicht ausrückbar sind. Dagegen sind die Wellen durch zwei ausrückbare Kupplungen in drei Theile getheilt. An den mittelsten Wellentheil schliefsen die Antriebe für die Schützen der beiden Thorflügel an, und aufserdem sind in denselben auch

die drei Stirnräder für die Vorgelege des von jeder der vier Wellen getriebenen Spills eingebaut.

Infolge dieser Anordnung der Kupplungen kann jede der beiden in den Maschinenkammern vorhandenen Druckwassermaschinen die Schützen jedes zu der betreffenden Mauer gehörigen Thorflügels und die Spille bewegen, und ebenso können hierzu beide Maschinen gemeinsam herangezogen werden. Dagegen können wohl die in den Sperrthormaschinenkammern aufgestellten Druckwassermaschinen gemeinsam entweder die Ebbe- oder Fluth-Sperrthore bewegen, es ist aber nicht ohne weiteres möglich, dafs die in der Nähe des Ebbe-Sperrthorantriebes aufgestellte Maschine einen Fluth-Sperrthorflügel bewegt. Soll dieses ausnahmsweise einmal erfolgen, etwa weil die dem Fluththor benachbarte Maschine unbrauchbar geworden ist, dann mufs erst die Scheibenkupplung, die zur Verbindung der Kurbelwelle der schadhaften Maschine mit den Triebwellen dient, durch Entfernung der Verbindungsschraubenbolzen gelöst werden.

Bei dem planmäfsigen Sperrthorbetriebe werden die Kupplungen so gestellt, dafs in jeder Maschinenkammer die dem Thorflügel benachbarte Maschine die Thorbewegung, die von dem Thorflügel weiter entfernte Maschine die Bewegung der Schützen dieses Flügels bewirkt. Wenn also die Fluthsperrthore in Benutzung genommen werden sollen, dann werden die nach dem Aufsenhafen zu stehenden drei Maschinen zum Bewegen der Thore, die nach dem Binnenhafen zu stehenden drei Maschinen zum Bewegen der Schützen dienen. Bei Benutzung der Ebbesperrthore ist es umgekehrt. Die Leistung der Maschinen ist so bemessen, dafs unter den gewöhnlichen Betriebsverhältnissen mit Hintereinanderschaltung gearbeitet werden kann, und deshalb ist die Maschinenstärke gegenüber den Maschinen im Binnen- und Aufsenhaupt auf 40 Pferdekräfte erhöht. Die Hintereinanderschaltung erfolgt derartig, dafs das in die Mittelmauermaschine geleitete Druckwasser nach Durchströmung dieser Maschine nach der südlichen Seitenmauer und in die dortige Maschine geführt wird, dann aber noch weiter nach der nördlichen Seitenmauer geht und hier erst hinter der Maschine in das Abwasser — oder in Brunsbüttel in die Rücklaufleitung — gelangt. Diesem Vorgange entsprechend mufsten auch die Umsteuer- und Hintereinanderschaltvorrichtungen in dem Mittelhaupt der Schleusen einige Aenderungen gegenüber diesen Vorrichtungen im Binnen- und Aufsenhaupt erleiden. Diese Unterschiede beziehen sich jedoch nicht auf die Gehäuse und deren Verbindung mit den Maschinen und untereinander, auch nicht auf die Schieber und deren Bewegung durch die Deckel der in die Maschinenkammerdecken eingebauten Kasten, alle diese Einzeltheile weisen vielmehr keinerlei Unterschiede auf. Es war nur nöthig, mit dem Umsteuern einer Mittelmauermaschine zugleich die zugehörigen Maschinen in beiden Seitenmauern umzusteuern, und deshalb mufsten die beiden äufseren Canäle in dem Schieberspiegel des kleinen Umsteuergehäuses sowohl durch Rohrleitungen mit den Endtheilen des grofsen Schiebergehäuses an der Mittelmauermaschine als auch mit diesen Endtheilen an den beiden Seitenmauermaschinen in Verbindung gesetzt werden, und aufserdem mufste an den Maschinen in der südlichen Seitenmauer je ein grofses Hintereinanderschaltgehäuse angebracht werden, dessen Schieber in seiner Stellung von dem Schieber des kleinen Hintereinanderschaltgehäuses der zugehörigen Mittelmauermaschine abhängig ist.

Beim Bewegen der Sperrthorschützen kann wohl von den Schleusenmauern aus erkannt werden, dafs die Schützen ihre oberste Stellung erreicht haben und demgemäfs die Bewegungsvorrichtungen aufser Betrieb zu setzen sind. Dagegen kann nicht erkannt werden, ob die Schützen bereits ihre unterste Stellung erreicht haben, da sie dann tief unter Wasser liegen. Werden die Schützen zu lange mit voller Geschwindigkeit heruntergefahren, dann werden sie beim Erreichen der untersten Stellung plötzlich in ihrer Bewegung gehemmt, da sie sich auf die an den Thorflügeln angebrachten Consolen aufsetzen, und dabei können leicht Kettenbrüche eintreten. Deshalb sind an den Thorflügeln Zeiger angebracht, die der Zahl der Umdrehungen der auf den Thoren gelagerten Kettennufswellen entsprechend wagerecht verschoben werden, bei der Annäherung der Schützen an die Endstellungen jedoch mit ihren Endtheilen eine lothrechte Stellung einnehmen. Der nach der Schlagsäule zu gelegene Endtheil des Zeigers wird beim Heben der Schützen bis zur senkrechten Stellung gehoben, der nach der Wendesäule zu gelegene Endtheil beim Senken der Schützen ebenso gesenkt. Die Zeiger sind weifs gestrichen und heben sich von den schwarz gestrichenen Thoren auch bei Nacht und regnerischem Wetter so scharf ab, dafs die Lage der Schützen jederzeit mit ausreichender Sicherheit beurtheilt werden kann.

2. Die Rohrleitungen der Schleusen.

Die das Druckwasser erzeugenden Prefspumpen der Central-Maschinenanlagen in Brunsbüttel und Holtenau fördern das Wasser in zwei Rohrstränge, die innerhalb der Gebäude der Central-Maschinenanlagen liegen, mit den Accumulatoren in Verbindung stehen und an dem einen Ende auch mit einander verbunden sind. Die beiden anderen Enden der Rohrleitung werden in einem begehbaren unterirdischen Canal, der der Lage der Central-Maschinenanlagen entsprechend in Holtenau an das Aufsenhaupt der Schleusen, in Brunsbüttel an das Binnenhaupt anschliefst, nach den Schleusen weitergeführt. Innerhalb der Gebäude der Central-Maschinenanlage sowie in dem Canal liegen die beiden Rohre neben einander, beim Eintritt in die Schleusen trennen sie sich jedoch. Der eine Arm führt in den Rohrcanälen der südlichen Schleusen weiter, der andere Arm steigt durch den Einsteigeschacht hinunter in den Tunnel, der an diesem Ende — also in Brunsbüttel am Binnenhaupt, in Holtenau am Aufsenhaupt — unter den Schleusen durchführt. In diesem Tunnel verläuft die Leitung bis zu dem in der Mittelmauer angeordneten Einsteigeschacht, sendet hier einen Abzweig in die Höhe und geht dann weiter bis zu dem Ende des Tunnels unter der nördlichen Seitenmauer. In dem Einsteigeschacht daselbst steigt sie aufwärts, läuft dann in der nördlichen Seitenmauer bis zum anderen Ende der Schleuse, steigt hier wieder hinunter in den an diesem Schleusen-Ende angeordneten Tunnel und verläuft in diesem zunächst wieder bis zur Mittelmauer. Nachdem hier eine Zweigleitung in dem Einsteigeschacht in die Höhe gesendet ist, läuft die Druckleitung in dem Tunnel bis zur südlichen Schleusenmauer weiter, steigt dort in dem Einsteigeschacht in die Höhe, geht dann in der Mauer weiter und vereinigt sich in dieser mit dem zweiten, von der

Central-Maschinenanlage kommenden Strang. Da auch die beiden, in den Einsteigeschächten der Mittelmauer hochgeführten Zweigleitungen bis zu ihrem Zusammentreffen verlängert sind, so bildet die gesamte Druckrohrleitung einen Ring. An diesen Ring sind in der Central-Maschinenanlage die drei Prefspumpmaschinen als Druckwassererzeuger und die beiden Accumulatoren als Druckwasser-Vorrathsbehälter mit je einem Leitungsrohr angeschlossen, und ebenso zweigt in den Schleusen für jede der dort aufgestellten 28 Druckwassermaschinen ein Zuleitungsrohr ab. Da die Druckwasserleitung einen vollständigen Ring bildet, so fliefst jeder einzelnen Maschine der Schleusen das Wasser von zwei Seiten zu, und damit wird der durch die Reibung des Wassers an den Rohrwänden entstehende Druckhöhenverlust auf die Hälfte herabgemindert, aufserdem aber wird die Betriebssicherheit der Leitung sehr wesentlich erhöht. Wenn nämlich der eine von den beiden Wegen, die dem Druckwasser nach jeder Maschine geboten sind, durch einen Schaden an der Leitung versperrt ist, dann steht dem Druckwasser noch immer der zweite Weg nach der Maschine offen, die Maschine wird also nur dann und nur so lange betriebsunfähig sein, als der Schaden an der Leitung so grofs ist, dafs diese überhaupt nicht mehr in der Lage ist, Druckwasser zu führen.

Die Druckwasserleitungen sind aus einzelnen, 5 m langen, starkwandigen schmiedeeisernen Rohren und aus besonders kräftig ausgebildeten gufseisernen Formstücken zusammengesetzt. Sie haben durchweg 100 mm lichte Weite, nur in Holtenau hat der eine der beiden, von der Centralmaschinenanlage nach der Schleuse führenden Rohrstränge 150 mm Lichtweite erhalten. Die Verbindung der einzelnen Rohre untereinander ist mit der der Maschinenbauanstalt von C. Hoppé in Berlin unter Nr. 52 877 im Deutschen Reich patentirten „Flanschendichtung für beiderseits glatte Flanschen und hohen inneren Druck“ erfolgt. Die Verbindungen sind jedoch nicht vollständig nach der zur Patentschrift gehörigen Zeichnung ausgeführt, sondern in der durch die Text-Abb. 248 dargestellten Anordnung. Die Dichtung erfolgt durch eine Lederstulpe, die sich unter der Einwirkung des hohen inneren Druckes gegen die glatten Enden der Rohre und die innere Fläche des äufseren Ringes anprefst und durch den inneren Ring in ihrer Lage erhalten wird. Diese Dichtung, die auch beim Anschlufs der schmiedeeisernen Rohre an die gufseisernen Formstücke verwandt worden ist, hat sich durchaus bewährt; sie wurde gewählt, weil sie den Ersatz eines schadhaft gewordenen Rohres durch ein neues in hohem Mafse erleichtert. Es kann nämlich jedes Rohr aus dem Rohrstrang herausgenommen werden, ohne dafs man die anderen Rohre lösen mufs, und das dafür einzusetzende Rohr kann ohne Schaden etwas kürzer als das herausgenommene sein. Dabei kann das Auswechseln bequem in einer halben Stunde ausgeführt werden. Ist ein Pafsrohr schadhaft geworden, für das ein Ersatzstück nicht vorhanden ist, sondern erst angefertigt werden mufs, dann wird das schadhafte Rohr herausgenommen, und die Enden der Nachbarrohre werden durch Blindflanschen geschlossen. Dann bildet die Leitung allerdings keinen Ring mehr, aber der Maschinenbetrieb kann doch vollständig aufrecht erhalten werden, und der Ersatz des Formrohres kann bis auf eine gelegene Zeit verschoben werden. Solche Gelegenheit bietet sich in Brunsbüttel alltäglich, da die Schleusen während eines Theiles der Ebbe offen stehen und während dieser Zeit die Bewegungsvorrichtungen aufser Betrieb gesetzt werden können. In Holtenau liegen die Verhältnisse in dieser Beziehung noch günstiger, da die dortigen Schleusen zumeist geöffnet sind. Von sämtlichen gufseisernen Formstücken ist übrigens mindestens je ein Ersatzstück vorhanden.

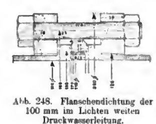


Abb. 248. Flanschendichtung der 100 mm im Lichten weiten Druckwasserleitung.

Die Druckwasserleitungen liegen innerhalb der Maschinenkammern und in den Verbindungsgängen zwischen den Kammern in wasserfreien Canälen, die in der Sohle der Kammern und Gänge ausgespart sind und in den Kammern mit Riffelblechplatten und in den Gängen mit Holztafeln abgedeckt sind, sodafs der Verkehr der Bedienungsmannschaften und der Aufsichtsbeamten in diesen Räumen durch die Canäle nicht erschwert wird. Die Rohre liegen nicht auf der Sohle der Canäle, sondern sie sind mit Drahtschlingen an Flacheisen aufgehängt, die quer über den Canälen unter der Abdeckung derselben liegen und leicht entfernt werden können. Infolge der Aufhängung können sich die Rohre bei Wärmeänderungen ohne jedes Hindernifs verschieben. Diese Längenänderungen der Rohre sind übrigens geringfügig, da die Wärmeschwankungen der Rohre nur klein sind, und sie finden ihren Ausgleich in den zahlreichen Krümmungen, die den Rohren beim Durchgang durch die Schützengruben und unter mehreren Zahnstangenkasten, sowie beim Hinabsteigen in den Einsteigeschächten und beim Fallen und Steigen der Rohre in dem Uebergang von den Maschinenkammern am Aufsen- und Binnenhaupt zu den tiefer liegenden Verbindungsgängen gegeben werden mufsten. In den Canälen sind die Rohre jederzeit und ohne weiteres für Instandhaltungs- und Instandsetzungsarbeiten zugänglich, nur in den unter den Schleusen durchführenden Tunneln ist dieses nicht immer der Fall. Wie bereits früher mitgetheilt wurde, ist es nicht gelungen, die Wandungen dieser Tunnel vollständig wasserdicht herzustellen, und noch weniger dicht sind die Wände der den Umlaufcanälen sehr naheliegenden Einsteigeschächte. Infolge dessen füllen die Tunnel sich allmählich mit Wasser, wenn die in denselben vorgesehenen, mit Druckwasser betriebenen Wasserheber nicht täglich zum Entfernen des eingedrungenen Wassers angestellt werden. Da der Betrieb der Wasserheber ziemlich viel Druckwasser erfordert, so wird nicht täglich gelenzt, sondern die Tunnel werden nur dann entleert, wenn eine Besichtigung der in ihnen verlegten Rohre und Kabel stattfinden soll, oder wenn an den Rohren und Kabeln Arbeiten vorzunehmen sind. Tritt nun ein Schaden an dem in einem der Tunnel liegenden Rohrstrange ein, so kann er im allgemeinen nicht sofort beseitigt werden, da zuvor der Tunnel leer gepumpt werden mufs, was immerhin etwa 24 Stunden Zeit beansprucht. Während dieser Zeit wird die Leitung im Tunnel durch Schliefsen von Absperrventilen, die in jeder Maschinenkammer am Aufsen- und Binnenhaupt dicht neben den Einsteigeschächten vorgesehen sind, ausgeschaltet. Aufser diesen sechs Ventilen sind weitere Absperrventile in der

Druckwasser-Ringleitung nicht vorgesehen, da die Rohrstränge in den Maschinenkammern und Gängen leicht zugänglich sind und infolge der gewählten Anordnung der Rohrverbindungen die Beseitigung etwaiger Undichtigkeiten leicht und schnell bewirkt werden kann.

An die Druckwasserleitung sind sowohl in Brunsbüttel wie in Holtenau angeschlossen:

28 Druckwassermaschinen,
18 Windkessel, in jeder Maschinenkammer zwei,
10 Hintereinanderschalt- und 10 Umsteuervorrichtungen auf der Mittelmauer,
10 Zweigleitungen zum Einlassen von Druckwasser in die Hintereinanderschaltleitungen,
18 Einrückvorrichtungen für die Vorgelege der Spille,
3 Wasserheber zum Leerpumpen der Tunnel unter den Schleusen und
24 Thorflügel für den Betrieb der Lenz- und Lüftungsvorrichtungen.

Die beiden erstgenannten und die letztgenannten Anschlüsse sind mit Hülfe von gufseisernen, in die Druckwasserleitung eingebauten T Stücken erfolgt, für alle übrigen Anschlüsse sind die Dichtungen der Rohre benutzt. Es ist nämlich der äufsere Ring dieser Dichtungen mit einem Rohrstutzen versehen, und der Lichtweite des abzweigenden Rohres entsprechend sind auch die Lederstulpe und der innere Ring



Abb. 249. Entlastetes Hochdruckabsperrventil (55 mm Durchmesser). 1/4 naturl. Grofse.

durchbohrt. Die Zweigleitungen für den Anschlufs der Druckwassermaschinen und der Windkessel sind durchweg 55 mm weit, in diese ist je ein entlastetes Absperrventil eingelegt. Die Text-Abb. 249 zeigt die Ausbildung dieser Ventile, die, soweit sie zu den Druckwassermaschinen gehören, von der Decke der Maschinenkammern aus geöffnet und geschlossen werden können. Infolge der für das Ventil gewählten Durchbildung ist beim Anheben des den Verschlufs herbeiführenden ringförmigen Metallkörpers *A* nur eine Kraft aufzuwenden, die dem auf die nur 2 mm breite ringförmige Sitzfläche des Ventils wirkenden Wasserdruck entspricht. Auf den Vierkant der Ventile ist eine Verlängerungsstange aufgesetzt, die an ihrem oberen Ende in einem in die Maschinenkammerdecke eingebauten Kasten geführt ist. Dieser Kasten enthält zugleich das Lager für die Arme eines Steckschlüssels. Wird der Deckel des Kastens geöffnet, dann wird der Steckschlüssel zugänglich und kann auf die Verlängerungsstange behufs Bedienens des Absperrventils aufgesetzt werden. Der Steckschlüssel und der obere Theil der Verlängerungsstange sind als Sprachrohr ausgebildet, sodafs sich der in der Maschinenkammer thätige Maschinenwärter mit dem oben auf der Schleuse diensthuenden Maschinisten verständigen und von ihm Aufträge empfangen kann, ohne dafs diese Leute das engere Gebiet ihrer Thätigkeit zu verlassen brauchen. Ist ein Absperrventil nicht weiter zu bedienen, dann legt der Maschinist die Arme des Steckschlüssels wieder in ihre Lager ein und schliefst den Deckel des Kastens. Dann hängt der Schaft des Steckschlüssels lothrecht in die Maschinenkammer hinein und die Maschinenkammerdecke bildet wieder eine ebene Fläche. Die Deckel der zu den Absperrventilen gehörigen Kasten sind zum Unterschiede von den Klappen der Umsteuer- und Hintereinanderschaltvorrichtungen mit dem Buchstaben *V* versehen. In die Zweigleitungen der Seitenmauermaschinen sind aufser den Absperrventilen aus den früher bereits mitgetheilten Gründen noch Rückschlagventile für den Anschlufs der Hintereinanderschaltleitungen eingebaut.

Wenn ein Absperrventil an einer im Betrieb gewesenen Druckwassermaschine geschlossen wird, dann müssen die Wassermengen in den Rohrleitungen aus dem Zustande der Bewegung in den der Ruhe übergeführt werden, und dabei entstehen besonders dann, wenn das Schliefsen des Ventils sehr schnell erfolgt, in den dem Ventil benachbarten Theilen der Rohrleitungen starke Drucksteigerungen. Ebenso veranlafst der ungleichmäfsige Wasserverbrauch der in Betrieb befindlichen Druckwassermaschinen solche Druckschwankungen. Um die hieraus etwa entstehenden zu starken Beanspruchungen der Rohre und Formstücke möglichst zu vermeiden, sind in jeder der neun Maschinenkammern in Brunsbüttel und Holtenau je zwei Windkessel aufgestellt und mit den Druckwasserleitungen in möglichst nahe Verbindung gebracht. Diese Windkessel haben die in der Text-Abb. 250 dargestellte Ausbildung. Sie bestehen ebenso wie die Verstärkungsringe aus Schmiedeeisen und sind mit einem Manometer und einem Luftventil versehen. Da die äufsere Form der Windkessel unschön ist, sind sie mit gefällig geformten gufseisernen Umhüllungen versehen.

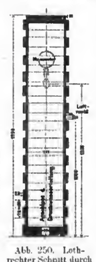


Abb. 250. Lothrechter Schnitt durch einen Windkessel. 1 : 25.

Die Anschlufsleitungen der Umsteuer- und Hintereinanderschaltvorrichtungen sowie der Einrückvorrichtungen für die Vorgelege der Spille sind sämtlich mit starkwandigen Kupferröhrchen hergestellt; sie bieten ebenso wie die Anschlufsleitungen der Wasserheber für die unter den Schleusen hindurch führenden Tunnel und die Leitungen nach den Thoren nichts bemerkenswerthes.

Die Hintereinanderschaltleitungen entsprechen in ihrer Ausbildung vollständig den Druckwasserleitungen. Im Binnen- und Aufsenhaupt führt von jeder Mittelmauermaschine eine 70 mm im lichten weite Leitung zu der in derselben Schleusen-Querachse befindlichen Maschine der zugehörigen Seitenmauer. Diese Leitung schliefst in der Mittelmauer an das grofse Hintereinanderschaltgehäuse an, führt von hier hinunter nach dem Rohrcanal, verläuft in diesem bis zu dem zunächst gelegenen Einsteigeschacht und steigt darin nieder. Im Tunnel läuft sie nach der zugehörigen Seitenmauer, steigt dort in dem Einsteigeschacht in die Höhe, geht in dem Rohrcanal der Seitenmauer weiter und schliefst an das Rückschlagventil in der von der Druckwasserleitung nach der dortigen Maschine führenden Zweigleitung an. Im Binnen- und im Aufsenhaupt sind von den vier Maschinen der Mittelmauer zwei in der eben beschriebenen Weise mit je der zugehörigen Maschine in der südlichen Seitenmauer und zwei mit je der zugehörigen Maschine in der nördlichen Seitenmauer verbunden. Im Sperrthorhaupt stehen die beiden Maschinen der Mittelmauer nur mit den Maschinen der südlichen Seitenmauer in Verbindung. Die Verbindungsleitung ist 100 mm im lichten weit, sie ist im übrigen, mit der einen Ausnahme, dafs hier der mittlere Tunnel unter den Schleusen benutzt wird, genau in derselben Weise wie am Aufsen- und Binnenhaupt geführt. Von den grofsen Hintereinanderschaltgehäusen der beiden südlichen Seitenmauermaschinen geht ferner je eine Leitung ab, die in dem Rohrcanal dieser Mauer nach dem Einsteigeschacht des mittleren Tunnels geführt ist, in diesem niedersteigt, dann in dem Tunnel bis zur nördlichen Schleusenmauer verläuft, in dem dortigen Einsteigeschacht in die Höhe steigt und in dem Rohrcanal der nördlichen Schleusenmauer bis zu dem Rückschlagventil weitergeführt ist, das auch dort in die Verbindungsleitung zwischen jeder Maschine und der Druckwasserleitung eingebaut ist.

Die Rohrleitungen, die von den kleinen Schiebergehäusen der Umsteuer- und den Hintereinanderschaltvorrichtungen nach den Endtheilen der grofsen Schiebergehäuse führen, bestehen, soweit sie oberhalb des Fufsbodens der Maschinenkammern liegen, aus Kupferröhrchen, während sie unterhalb des Fufsbodens der Kammern aus besonders starkwandigen schmiedeeisernen Rohren von 23 mm lichter Weite, sogenannten Perkinsrohren, zusammengesetzt sind. Die Leitungen verfolgen in den Rohrcanälen, Einsteigeschächten und Tunneln genau denselben Weg wie die Hintereinanderschaltleitungen. Die Verbindung der einzelnen Rohre mit einander ist durch Muffen erfolgt.

Eine Rücklaufleitung ist nur in Brunsbüttel angelegt, weil dort die Beschaffung von Wasser, das sich für die Bewegungsvorrichtungen der Schleusen eignet, Schwierigkeiten machte und die nicht unbeträchtliche Wassermenge mit verhältnifsmäfsig hohen Aufwendungen in der Nähe des Kudensees hätte gewonnen und durch das dicht bei km 7 aufgestellte Pumpwerk nach Brunsbüttel gefördert werden müssen. In Holtenau stand brauchbares Wasser in ausreichender Menge zur Verfügung.

Die Rücklaufleitung in Brunsbüttel entspricht sowohl in der Linienführung als auch in allen Einzelheiten genau der Druckwasserleitung, nur haben die verwandten Rohre geringere Wandstärken.

An sämtlichen Rohrleitungen sind ebenso wie an den Maschinen und den Umsteuer- und Hintereinanderschaltvorrichtungen überall die erforderlichen Entlüftungs- und Entwässerungsventile angebracht, ebenso fehlen der Rücklaufleitung in Brunsbüttel nicht die erforderlichen Belüftungsventile und Windkessel. Sämtliche schmiedeeisernen Rohre waren bei der Anlieferung innen und aufsen mit einem Überzug von Bernstein-Asphaltlack versehen, nach der Fertigstellung der Leitungen wurden sie aufsen noch zweimal mit dem gleichen Lack gestrichen. Nach dem Verlegen der Rohre wurde die Rücklaufleitung mit 30 Atmosphären Probedruck geprüft, die übrigen Leitungen aber wurden unter 120 Atmosphären Innendruck gesetzt und mufsten dabei vollständig dicht sein.

(Fortsetzung folgt.)

Die Denkmalpflege in Frankreich.

Von Paul Clemen.

Wenn heute in den Culturstaaten der Gegenwart die Einrichtungen und Bestimmungen für den Schutz und die Erhaltung der historischen Denkmäler auf ihre Brauchbarkeit und ihre Erfolge hin geprüft werden, so mufs Frankreich wohl an erster Stelle genannt werden. Italien darf als ersten von staatswegen bestellten Hüter der Kunstschätze Roms keinen Geringeren als Rafael aufführen, und Schweden darf die Geschichte der staatlichen Bestrebungen auf diesem Gebiete mit den Verfügungen Gustav Adolfs beginnen, aber die Fürsorge des Staates beschränkte sich in den skandinavischen Ländern bis weit in unser Jahrhundert hinein ganz auf die frühgeschichtlichen Denkmäler und in Italien auf die römischen Monumente und seit der denkwürdigen *lex Pacca* etwa noch auf die grofsen Sammlungen.

Griechenland hat das erste moderne Denkmälerschutzgesetz aufzuweisen, aber es kennt nur die monumentale Hinterlassenschaft der Hellenen und läfst alle späteren Denkmäler unbeachtet. In Frankreich dagegen ist von Anfang an allen Denkmälern die gleiche Fürsorge zu Theil geworden; hier ist auch am frühesten, ein Geschenk noch der Julirevolution, eine eigene Behörde eingesetzt worden, in deren Hände diese Fürsorge gelegt wurde. Frankreich hat sich auch zuerst von allen europäischen Staaten auf die Ehrenpflicht besonnen, staatliche Mittel für die Erhaltung und die Wiederherstellung der wichtigsten Baudenkmäler bereitzustellen. Der ausführliche Gesetzentwurf für die Denkmäler des geeinigten Italiens vom Jahre 1872 ist leider Entwurf geblieben: Frankreich dagegen hat mit Benutzung dieses Entwurfes sich ein Schutzgesetz geschaffen, das allen Anforderungen, die die praktische Denkmalpflege und die Kunstwissenschaft stellen müssen, entspricht. Das Jahrzehnt, das seit dem Inkrafttreten des Gesetzes verflossen ist, liefert heute genug Material zur Beurtheilung seiner

Wirkung, und in den nahezu sieben Jahrzehnten der Thätigkeit der staatlichen Denkmalpflege sind praktische Erfahrungen in Fülle gesammelt worden, die jetzt schon eine Kritik jener Einrichtungen und ihrer Bestrebungen gestatten. Wenn Italien seit einigen Jahren begonnen hat, in den *Uffici regionali* vorbildliche Einrichtungen für die decentralisirte Verwaltung der heimischen Denkmäler zu schaffen, so wird Frankreich immer für die Ausbildung einer zielbewufsten und energischen, mit grofsen Mitteln arbeitenden Centralgewalt das Vorbild abgeben. Die Geschichte dieser Bestrebungen in Frankreich, die Wirkungen der Gesetzgebung, die ganze Organisation und ihre Einrichtungen, die Mitarbeit der freien Vereinsthätigkeit und der privaten Initiative, die Stellung der Denkmalpflege zu den Sammlungen und Museen, endlich die Art der Wiederherstellungsarbeiten und die dabei gemachten Erfahrungen — alles das soll im Folgenden auf Grund eigener und fremder Beobachtungen kurz dargestellt werden.

1. Die Entwicklung der französischen Denkmalpflege bis zum Erlafs des Gesetzes vom 30. März 1887.

Die ersten Anfänge der Bewegung, die für die nationalen Denkmäler den Schutz des Staates forderte, zeigen sich in den ersten Jahren der grofsen französischen Revolution.[1] Unmittelbar nach den ersten radicalen Verwüstungen in den Départements erschienen die Decrete vom 15. November 1790, vom 16. September und 15. November 1792, die zunächst die beweglichen Kunstwerke zu schützen und für die neu zu begründenden öffentlichen Sammlungen zu sichern suchten. Aber diese Verfügungen hätten wenig Werth gehabt ohne den unermüdlichen Eifer und das glänzende Sammlergenie eines Privatmannes, des Malers Alexandre Lenoir, der in dem Couvent des Petits-Augustins das *Musée des monuments français* zusammenstellte und hier mehr als fünfhundert Statuen, Sarkophage, Gruppen neben einer Fülle kleinerer plastischer Werke vereinigte. Childe Harolds Fluch hätte er so gut verdient für die Entfernung der Sculpturenschätze von ihren alten Stellen wie Lord Elgin für die Beraubung des Parthenons; aber die Nachwelt ist ihm wie seinem schottischen Vetter gerecht geworden. Es war das erste Nationalmuseum, das die moderne Geschichte kennt, reicher an nationalen Denkmälern des Mittelalters und der Renaissance als heute irgend eine Sammlung in Europa.[2] Wenn auch die Restauration dieses unvergleichliche Museum wieder auflöste, der Gedanke der Nationalmuseen war doch einmal gegeben und lebte weiter fort, um mit der Gründung des Clunymuseums in bescheidenen Formen wieder aufzuwachen.[3] Für die unbeweglichen Denkmäler, die Bauwerke, regte sich das Interesse erst sehr viel später. Wie in Deutschland, sind in Frankreich das 2. und 3. Jahrzehnt unseres Jahrhunderts am meisten befleckt durch die Erinnerung an gewaltsame Zerstörungen, gedankenlose Vernachlässigungen und plumpe Verunstaltungen der wichtigsten Kunstdenkmäler, und de Montalembert konnte nach der Julirevolution die beschämende und niederschmetternde Rechnung aufstellen, dafs in den 15 Jahren des Königthums, während der trostlosen Zeit der Restauration, mehr Kunstschätze und Denkmäler zerstört und zu Grunde gegangen seien, als während der ganzen Dauer der ersten Republik und des Kaiserreichs.

In dem zweiten Jahrzehnt begannen langsam die französischen Kunstgelehrten sich der Untersuchung der Denkmäler des eigenen Landes zuzuwenden. Seroux d'Agincourt, der, noch ein Schüler des Grafen de Caylus, die Verbindung mit dem älteren Geschlecht der Montfaucon und Le Bœuf darstellt, vollendete seine pragmatische Kunstgeschichte, die erst 1826 veröffentlicht ward. Unterdessen hatten schon Langlois und Le Prévost, zuerst angeregt durch Lenoirs Schöpfung, die hier in die Ferne wirkte, die normannischen Kirchen untersucht, und aus der Normandie kam in den zwanziger Jahren die erste starke und zündende Anregung zum Studium der heimischen Denkmäler — und diese Aufrufe mufsten sofort eine ganze lange Reihe von Klagen über Verwüstung und Vernachlässigung enthalten.[4] Die Normandie sah auch das erste Auftreten de Caumonts, der wie kein anderer der staatlichen Organisation und den staatlichen Einrichtungen vorgearbeitet hat. Diese Bestrebungen treten erst nach der Julirevolution hervor, an ihrer Wiege stehen der Führer der französischen Romantik und einer der Führer zur Neubelebung des Katholicismus in Frankreich, Victor Hugo und Charles de Montalembert; und der eigentliche Schöpfer der gesamten staatlichen Einrichtungen für die Denkmalpflege ist der erste Historiker seiner Zeit, Guizot.

In demselben Jahre, in dem bei der Krönungsceremonie Karls X. in Reims die geheiligte Tradition des königlichen Frankreichs der vergangenen Jahrhunderte wieder aufzuleben schien, im Jahre 1825, suchte Victor Hugo, der damals eben den kühnen Sprung in das Land der Romantik gewagt hatte, die monumentale Herrlichkeit des künstlerischen Frankreichs heraufzubeschwören und warf den Zerstörern der alten Denkmäler den Handschuh hin in seiner zornsprühenden, von prachtvollem Pathos erfüllten ‚*Guerre aux démolisseurs.*'[5] Ein Aufruf

1) Ueber die Geschichte der ganzen Bestrebungen für die Denkmalpflege in Frankreich vgl. E. du Sommerard, *Les monuments historiques de France à l'exposition universelle de Vienne (Exposition universelle de Vienne en 1873. Section Française)*, Paris 1876. — Ernest Pariset, *Les monuments historiques*. Paris 1891. p. 18 f. — Louis Tétreau, *Législation relative aux monuments et objets d'art*, Paris 1896. Kurze Darstellung bei v. Wussow, Die Erhaltung der Denkmäler in den Culturstaaten der Gegenwart, Berlin 1885, I. S. 150. — v. Helfert, Denkmalpflege. Wien 1897, S. 6. — Eine knappe Uebersicht über die heutige Thätigkeit der staatlichen Denkmalpflege in Frankreich und ihre Erfolge von einem berufenen Beobachter, Baurath Bohnstedt im Centralblatt der Bauverwaltung XVI, 1896, S. 313.

2) Louis Courajod, *Alexandre Lenoir, son journal et le musée des monuments français*, Paris 1878 und 1886, 2 Bände, bringt die ausführliche Würdigung der Verdienste des Museums, im zweiten Bande auch Ausführungen über den Einflufs des Museums auf die Entwicklung der Kunst und der historischen Studien in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Eine wenig kritische Publication der Papiere Lenoirs brachte das *Inventaire général des richesses d'art de la France. Archives du musée des monuments français*, Paris 1883. Ueber die Reste des Museums in der *École des Beaux-Arts* in Paris Courajod im 2. Bande, aufserdem Eug. Müntz, *Le musée de l'école des Beaux-Arts: Gazette des Beaux-Arts*, 3. pér. III, p. 274. Ueber die Reste im Louvre: Courajod, *L'ancien musée des monuments français au Louvre: Gazette des Beaux-Arts*, 2. pér. XXVI, p. 37; XXXII, p. 21.

3) Courajod I, p. CLXXIV: *La reconstitution du musée des monuments français sera un besoin de l'avenir. Elle s'imposera à la commission des monuments historiques quand celle-ci aura épuisé son action sur l'architecture.*

4) Ueber diese ganze Bewegung möchte ich auf den Artikel von L. Vitet, *Des études archéologiques en France. Discours prononcé à la société des antiquaires de Normandie: Revue des deux mondes* vom 15. August 1847 hinweisen und auf die lichtvolle Darstellung, die Fr. X. Kraus dem 1. Bande seiner Geschichte der christlichen Kunst vorausgeschickt hat. De Caumonts Verdienste sind später noch näher zu würdigen.

5) ‚*Le moment est venu, où il n'est plus permis à qui que ce soit de garder le silence. Il faut qu'un cri universel appelle enfin la nouvelle France au secours de l'ancienne. Tous les genres de profanation, de dégradation et de ruine menacent à la fois le peu qui nous reste de ces admirables monuments du moyen âge*

und ein erster Sammlungsruf, mit leidenschaftlicher Beredsamkeit vorgetragen — der Beginn der litterarischen Propaganda.

Ein Jahr nach der Julirevolution folgte „*Notre dame de Paris*', in dem der Dichter das alte Paris wieder hervorzauberte — nichts hat der Wiederherstellung der Kathedrale so gut vorgearbeitet wie dieser Roman, und der arme Glöckner Quasimodo ist der beste Fürsprecher seiner Kirche geworden. Im nächsten Jahre, 1832, erschien in der *Revue des deux mondes* ein zweiter Sammlungsruf mit dem schon erprobten Feldgeschrei: *Guerre aux démolisseurs*[6]). Der Ruf brachte einen neuen Kämpen auf den Plan: Charles de Montalembert, der mit einer großen Anklageschrift gegen die Zerstörer „*Du Vandalisme en France*' antwortete. Er bezeichnet die beiden Feinde, gegen die anzukämpfen sei, den *vandalisme destructeur* und den *vandalisme restaurateur* und stellt ein langes Sündenregister der Verwaltung auf, signalisirt alle Vernachlässigungen, zeichnet das ganze Arbeitsprogramm für die folgenden Jahre; hier zuerst findet sich das Wort, dafs das nationale Ziel der Bewegung bezeichnet, das den Kämpfern der dreifsiger Jahre als Leitspruch diente, das noch Pariset und Loersch als Motto über ihre Arbeiten gesetzt haben: *Les longs souvenirs font les grands peuples.*[7])

Die Regierung konnte nicht länger zurückbleiben. Wachgerufen durch die lauten Mahnungen, getragen und unterstützt von jener litterarischen Bewegung, von der jungen Romantik, der neuerwachten Kunstwissenschaft und der neuen historischen Schule, entschlofs sie sich selbst die Führung zu übernehmen. Ein günstiges Geschick hatte nach der Julirevolution einen der ersten Geister Frankreichs zum Unterrichtsminister gemacht, Guizot, den gefeiertsten Lehrer der Sorbonne, dessen Ruhm als Historiker eben auf der Höhe angelangt zu sein schien, der eben sein volksthümlichstes Werk, den *Cours d'histoire moderne* veröffentlicht hatte, dazu einen wissenschaftlichen Organisator ersten Ranges. Eine seiner ersten Schöpfungen war die Einrichtung einer Generalinspection der geschichtlichen Denkmäler am 23. October 1830, die dem Ministerium der öffentlichen Arbeiten unterstellt wurde. Er fand auch sofort den rechten Mann für diesen Platz: Ludovic Vitet.[8]) Bisher nur als Mitarbeiter am *Globe* hervorgetreten, als Politiker Schüler Jouffroys, als Historiker Schüler Guizots, als Kunstkritiker ganz selbständig, einer der ersten, der in der Geschichte der Architektur klar die organische Entwicklung der einzelnen Epochen vor sich sah, als Künstlerbiograph ein feinsinniger Psycholog, dazu ein Vielwisser und Vielschreiber, hat er in unermüdlicher Arbeit in wenigen Jahren die Grundlage zu der ganzen weiteren Ausbildung der Denkmalpflege in Frankreich gelegt.[9])

Als nach drei Jahren Vitet in eine andere Staatsstellung berufen wurde, trat Prosper Mérimée an seinen Platz, der Romancier und Historiker, der durch drei Jahrzehnte hindurch selbst der eigentliche Träger der Bewegung und als einziger Generalinspector der Hauptleiter aller Arbeiten war. Unermüdlich und genial nach Buffons Definition vom Genie als der *grande aptitude à la patience*, warf er sich mit dem Feuereifer der Jugend — er zählte eben erst 30 Jahre wie Vitet und Hugo — auf die neue Thätigkeit: er hat ebenso viel gewirkt durch seine stille organisatorische und leitende Thätigkeit wie durch seine öffentlichen Berichte und durch seine köstlichen Reisebriefe, die schönsten, liebenswürdigsten und persönlichsten, die die französische Litteratur seit den Tagen der Frau von Staël und der Gräfin de Rémusat kennt.[10])

Die ganze Arbeit konnte aber erst eine fruchtbringende sein, seit unter dem 29. September 1837 die *commission des monuments historiques* ins Leben getreten war, die von nun an alle Bestrebungen auf dem Gebiete der Denkmalpflege vereinigt und gewissermafsen verkörpert; mit vollem Recht ist sie daher, auch nachdem das Gesetz vom Jahre 1887 eine ganz neue Basis für die staatliche Thätigkeit geschaffen hatte, beibehalten worden. Der Etat für die geschichtlichen Denkmäler war in den sechs Jahren seit der ersten Bewilligung für solche Zwecke im Jahre 1831 schon von 80000 Fr. auf 200000 Fr. gestiegen. Die ganze Entwicklung dieser Commission, die Ausgestaltung ihrer Organisation und ihres Budgets soll in einem späteren Capitel erzählt werden: hier handelt es sich nur darum, ihr ihre geschichtliche Stelle in der Entwicklung jener Bestrebungen anzuweisen. Die Strömung der dreifsiger Jahre brachte es mit sich, dafs alle glänzenden Namen auf dem Gebiete der Archäologie und der Kunstwissenschaft und die besten aus dem Lager der Historiker und der Litteraten ihr gewonnen wurden, und die Commission ist dieser Ueberlieferung treu geblieben, als eine kleine Sonderakademie der nationalen Kunstwissenschaft. Vitet, Vatout, de Montesquion, Duban, de Lamartine, de Montalembert, Lenor-

---

où s'est imprimée la vieille gloire nationale, auxquels s'attachent à la fois la mémoire des rois et la tradition du peuple. Tandis que l'on construit à grands frais je ne sais quels édifices bâtards qui, avec la ridicule prétention d'être grecs ou romains, ne sont ni romains ni grecs, d'autres édifices admirables et originaux tombent sans qu'on daigne s'en informer, et leur tort cependant c'est d'être français par leur origine, par leur histoire et par leur but!" (Victor Hugo, *Guerre aux démolisseurs: Oeuvres complètes, Littérature et philosophie mêlées* p. 228.)

6) *Revue des deux mondes* v. 1. März 1832 und *Littérature et philosophie mêlées* p. 231. In der zweiten Vorrede zu *Notre-Dame de Paris*, die er der 8. Ausgabe voranschickte, legte Victor Hugo wieder einen gleichen Aufruf nieder. Schon aus dem Jahre 1823 stammt Hugos pathetische Ode „*La bande noire*', die sich gegen die Zerstörer der Denkmäler richtet (*Oeuvres complètes. Odes et ballades* p. 80). Am Schlufs des ersten Abschnittes die Strophe:

O Français, respectons ces restes!
Le ciel bénit les fils pieux
Qui gardent, dans les jours funestes,
L'héritage de leurs aïeux.
Comme une gloire dérobée,
Comptons chaque pierre tombée;
Que le temps suspende sa loi;
Rendons les Gaules à la France,
Les souvenirs à espérance,
Les vieux palais au jeune roi!

7) *Du Vandalisme en France. Lettre à M. Victor Hugo: Revue des deux mondes* 1833, p. 477. Später mit anderen Abhandlungen zusammen unter dem Titel: *Du vandalisme et du catholicisme dans l'art*, Paris 1839. Wiederabgedruckt in den *Oeuvres de M. le comte de Montalembert VI. Mélanges d'art et de littérature*, Paris 1861.

8) Sainte-Beuve in der *Revue des deux mondes* vom 1. April 1846 bezeichnet ihn als *un des écrivains, qui ont le plus contribué comme critiques à l'organisation et au développement des idées nouvelles dans la sphère des arts.* Seine Monographie von *Notre Dame de Laon*, seine Biographie von *Le Sueur* werden dauernd ihren Werth behalten. Ernest Vinet hat in seinem Sammelband *L'art et l'archéologie*, Paris 1874, p. 369, eine Reihe von Besprechungen seiner Werke gebracht.

9) *Rapport au ministre de l'intérieur sur les monuments, les bibliothèques etc. de l'Oise, de l'Aisne, de la Marne, du Nord et du Pas-de-Calais*, Paris 1831. Ein Auszug daraus gedruckt als Anhang zu E. du Sommerard, *Les monuments historiques de France à l'exposition universelle de Vienne.* p. 306.

10) Viollet-le-Duc hat ihm ein Denkmal gesetzt in einem Aufsatz: *Mérimée et les monuments historiques: Revue de Paris*, 1895, p. 411. Proben aus seinen ersten Berichten sind gleichfalls bei E. du Sommerard, *Les monuments historiques de France*, p. 336, gedruckt. Für die weitere Würdigung des seltenen Mannes sei nur auf die Biographieen von Tamisier (1875), Tourneux (1876) und d'Haussonville (1888) verwiesen.

mant, Larroix, Questel, Victor Hugo, de Longpérier, du Sommerard, Viollet-le-Duc, Boeswillwald, Beulé, de Nieuwekerke, Quicherat, Abadie, Blanc haben in ihr gesessen, und heute zählt sie außer den Generalinspectoren Männer wie Antonin Proust, Saglio, Dreyfus, Gonse, de Lasteyrie, Michel, Molinier. Dann hatte die Commission das Glück, sofort auch eine Reihe ausgezeichneter Architekten zu finden, alle ohne Ausnahme auch als Kunstgelehrte thätig und schöpferisch, die eine geschlossene Schule bildeten.[11] Schon 1835 stellte Lassus seinen Entwurf für die Sainte-Chapelle im Justizpalast zu Paris auf; er trat Duban bei der Wiederherstellung des Bauwerkes zur Seite und ersetzte ihn ganz, als dieser sich den Arbeiten am Louvre und am Schlofs zu Blois zuwandte.

Fünf Jahre später setzte die umfassende Thätigkeit des genialen Architekten und Lehrers ein, der sich bald zum Haupt der ganzen Schule auswachsen sollte: Viollet-le-Duc. Im Jahre 1840 war er gleichfalls an der Sainte-Chapelle beschäftigt und begann gleichzeitig die Arbeiten an der Kirche in Vézelay, fünf Jahre später wurde er mit der Wiederherstellung von Notre-Dame de Paris, im folgenden Jahre mit der der Abteikirche von St. Denis betraut. Viollet-le-Ducs Einflufs war seit dem Beginn seines *Dictionnaire* im Jahre 1854 unermefslich. Er ward wie Sir Gilbert Scott in England der erste Restaurator und eine unbedingte Autorität in stilistischen Wiederherstellungsfragen. Paris, St. Denis, Reims, Amiens, Vézelay, Carcassonne, Pierrefonds sind Denkmäler seiner Thätigkeit geworden. Und wenn auch heute unser kritischer Standpunkt gerade diesen Arbeiten gegenüber ein anderer geworden ist, zwei persönliche Werke sind noch heute lebendig in Frankreich: die Neuschöpfung des mittelalterlichen Baubetriebes, die Ausbildung einer Reihe von Bauhütten, die er mit seinem Geiste erfüllte, und die höchste Ausbildung der Zeichenkunst. In beiden ist er der Lehrmeister für ganz Frankreich geworden. Die Holzschnitte in den beiden *Dictionnaires* haben die Feinheit seiner Zeichnungen nur halb wiedergeben können: man mufs die Originale selbst sehen, um das ungeheure Können und dabei die erstaunliche Sicherheit der Hand und den ganzen Charme der Auffassung zu begreifen. Und welchen Vortheil ein solcher Stab zuverlässiger Arbeiter, wie ihn Viollet-le-Duc schuf, für die Denkmalpflege darstellte, kann man am besten ermessen, wenn man liest, wie noch 1840 Mérimée für die Wiederherstellung der Kirche von Saint Savin nicht eine einzige passende Kraft gewinnen konnte. Wenn nach Viollet-le-Ducs Tode sein archäologisches System bekämpft wurde, so war das ein natürlicher Rückschlag wider das allzulang währende blinde Schwören auf die Worte des Meisters.[12] Aber es gilt hier von ihm, was Justi einmal im Winckelmann sagt: dafs der höchste Werth eines Schriftstellers weit weniger in der Richtigkeit und Nützlichkeit der von ihm mitgetheilten Sachen liegt als darin, dafs eine lebendige, erheiternde und erhebende Kraft von ihm ausgeht.

Keiner der grofsen Restauratoren seiner Zeit, weder Durand, der Wiederhersteller von St. Remy in Reims, noch Ramée und Boeswillwald, oder die jüngeren Ruprich Robert, de Baudot, Corroyer haben sich seinem Einflusse entziehen können.

Es war ein besonders günstiger Umstand, dafs die ganze Organisation der Denkmalpflege geschaffen wurde von einem Manne, der als Aufgabe und Ziel nicht nur die Sicherung und Wiederherstellung der Baudenkmäler hinstellte, sondern mit weitem Blick die ganze lebhafte Propaganda für die Denkmäler der Vorzeit als den Theil einer grofsen allgemeinen Bewegung erfafste und jene gesicherten und wiederhergestellten nationalen Urkunden und Lehrmittel nun auch zur vollen Geltung und Wirkung gebracht wissen wollte. Für die Veröffentlichung und Sammlung aller der unbekannten und zerstreuten Urkunden zur Geschichte Frankreichs rief er im Jahre 1834 (Decret vom 18. Juni) das *Comité pour la publication de documents inédits concernant l'histoire de France* ins Leben, dem er 1835 (Decret vom 10. Januar) ein zweites Comité an die Seite stellte, das die Urkunden der Litteratur, der Philosophie und der schönen Künste sammeln sollte. Und schon am 15. Mai stellte er für die in ganz Frankreich neu geworbenen Correspondenten des Unterrichtsministeriums das Programm auf, ein allgemeines Inventar aller Denkmäler der Kunst und der Architektur zu schaffen. Im Jahre 1837 (Decret vom 18. December) wurde ein einziges *Comité des travaux historiques* eingerichtet mit fünf Sectionen, dies erste bildete das *Comité historique des arts et monuments*, das mit der Akademie der schönen Künste verbunden ward und die weitgehendsten Instructionen und Rechte erhielt. Es sollte mit der *Commission des monuments historiques* zusammenarbeiten, ihr die wissenschaftlichen Handhaben liefern, auch Gesichtspunkte für die Erhaltung der Denkmäler selbst aufstellen. Ihm wurde vor allem auch die Veröffentlichung der Denkmäler als Ziel überwiesen, eine Aufgabe, die später die Commission für sich wieder in Anspruch nahm. Unter dem 11. Mai 1839 wurden durch M. de Gasparin, den damaligen Minister des Inneren, besondere Correspondenten für die geschichtlichen Denkmäler geschaffen, natürlich im Anschlufs an die Einrichtung der Correspondenten des Unterrichtsministeriums; in vielen Fällen sind es dieselben Personen hier wie dort. Im Jahre 1852 (Decret vom 14. September) geht das *Comité* auf in ein gröfseres *Comité de la langue, de l'histoire et des arts de la France*, im Jahre 1858 (Decret vom 22. Febr.) erhält es den Namen *Comité des travaux historiques et sociétés savantes*. Im Jahre 1881 erfolgt eine weitere Reorganisation (Decret vom 5. März), es geht auf in das *Comité des travaux historiques et scientifiques*, das zwei Sectionen, für die exacten Wissenschaften und für die Geschichte erhält; im Jahre 1883 (Decret vom 12. März) werden endlich fünf Sectionen eingerichtet: für Geschichte, Archäologie, Socialwissenschaften, Mathematik, Naturwissenschaften.[13]

Die *commission des monuments historiques* hatte die Aufgabe erhalten, ein Verzeichnifs der Denkmäler aufzustellen,

11) Lucien Magne, *L'architecture française du siècle* (Paris, Firmin Didot, 1889) und in dem gleichnamigen Vortrag in den *Conférences de l'exposition universelle internationale de 1889* (Paris, Imprimerie nationale, 1890) giebt einen interessanten Ueberblick, ebenso in seinen letzten Capiteln Raoul Rosières, *L'évolution de l'architecture en France*, Paris 1894 *(Petite bibliothèque d'art et d'archéologie)*.

12) Authyme Saint-Paul, *Viollet-le-Duc et son système archéologique: Bulletin monumental* XLVI, 1880, p. 409, 716; XLVII, 1881, p. 1, 187, 349, 445. Die französische Kritik hat heute schon längst dem Todten gegenüber den richtigen historischen Mafsstab gewonnen; es hiefse gegen Windmühlenflügel kämpfen, heute noch Viollet-le-Duc vertheidigen zu wollen. Zur Charakteristik sei noch auf Sauvageots Buch, *Viollet-le-Duc et son œuvre*, Paris 1880, verwiesen. Corroyer, sein Nachfolger als General-Inspector der Diöcesangebäude, hat ihm in der *Gazette des Beaux-Arts* 2. pér. XX, p. 409, einen schlichten, aber ehrlichen Nachruf gewidmet.

13) Ich gebe diese ganze complicirte Entwicklung wieder, weil infolge der häufigen Verschiebungen in den meisten Darstellungen Irrthümer entstanden sind.

die die besondere Aufmerksamkeit der Verwaltung in erster Linie verlangen. Auf Grund der Vorschläge und Berichte der Commission sind bis zum Erlafs des Gesetzes im Jahre 1887 über 2000 Bauwerke als geschichtliche Denkmäler classirt worden. Das *classement* (wir behalten, um deutlich zu bleiben, das französische Wort am besten bei) hatte aber doch fast nur eine ideale und moralische Bedeutung. Mit dem *classement* war für das Denkmal keine gesetzliche Sonderstellung gegeben. Eine Fülle von Ministerialverfügungen verlangte für die so classirten Denkmäler die besondere Wachsamkeit der Präfecten; die Ausführung aller Arbeiten an ihnen wurde den gewöhnlichen Baubeamten genommen und in die Hände der von der Commission berufenen Architekten gelegt — doch die Voraussetzung war hier eben immer, dafs die Besitzer der Denkmäler diesen Mafsnahmen zustimmten. Aber schon bei den übrigen Staatsbehörden, die Eigenthümer von classirten Denkmälern waren, stiefs die Commission auf Widerstand; es entwickelte sich bald erst eine stille, dann eine offene Eifersucht. Dann fehlte es vollständig an gesetzlichen Handhaben, um den durch das *classement* beabsichtigten Schutz der Denkmäler auch wirklich durchzuführen. Eine Berufung auf den § 257 des *Code pénal*, der sich gegen jeden wendet, der Denkmäler, Bildsäulen oder andere Gegenstände, die zum öffentlichen Nutzen oder zur öffentlichen Verschönerung bestimmt sind, zerstört, umstürzt, verstümmelt oder beschädigt, war natürlich ausgeschlossen, da bei allen Arten von Veränderungen und Verschlimmbesserungen die verbrecherische Absicht als Vorbedingung des Vergehens fehlte. Schon in der ersten Sitzung der Commission hatte Vitet auf die Unzulänglichkeit der Gesetzgebung den geschichtlichen Denkmälern gegenüber hingewiesen. Das Enteignungsgesetz vom 3. Mai 1841 schuf in einer Hinsicht wenigstens eine geeignete Handhabe, die zum Schutz der Denkmäler angewandt werden konnte: aber dieses Machtmittel war doch nur in wichtigen Ausnahmefällen zu brauchen. In der weitaus gröfsten Zahl der Fälle erwies sich das *droit de tutelle* des Staates, wenn einmal die Befugnifs des letzteren, hier einzugreifen, angezweifelt wurde, als unzulänglich.

Erst in den siebziger Jahren sah sich, auf die wiederholten Beschwerden der Commission hin, das Unterrichtsministerium bewogen, einen förmlichen Gesetzentwurf aufstellen zu lassen. Im Auftrage des Unterrichtsministeriums arbeitete M. Rousse, ein ausgezeichneter Jurist, einen ersten Entwurf aus. Als Vorbild wurde dabei ganz direct der classische Entwurf eines Schutzgesetzes für Italien vom 13. Mai 1872 empfohlen.[14])

Dieser erste Entwurf wurde am 26. Mai 1878 durch den Unterrichtsminister Bardoux der Kammer vorgelegt, im Jahre 1880 aber von dieser an den Staatsrath weitergegeben zur Erörterung über die schwierigen Fragen des bürgerlichen und Verwaltungsrechtes. Hier wird der Entwurf in den Sitzungen vom 28. April und 15. Mai 1881 auf Grund eines Berichts von M. Courcelle-Seneuil vom 28. Februar 1881[15]) behandelt. Zum ersten Male werden hier die festgestellten Grundsätze auch auf die in Privatbesitz befindlichen Denkmäler angewandt. Am 19. Januar 1882 wurde der Entwurf durch M. Antonin Proust, damals Minister der schönen Künste, der Kammer vorgelegt, die ihn ohne Discussion am 8. Juli 1882 genehmigte. Der Entwurf geht dann an den Senat zurück und ruht hier, bis er im Jahre 1886 unter dem Eindrucke der neuen Zerstörungen in Algier hervorgeholt wird. Auf Grund eines eingehenden Berichtes von M. Bardoux[16]) wird der Entwurf am 10. und 13. April und am 1. Juni 1886 im Senat erörtert, wird dann am 22. März 1887 durch die Kammer der Abgeordneten angenommen und erhält am 30. März 1887 Gesetzeskraft. Die angekündigte Ausführungsverordnung erschien am 3. Januar 1889.

Durch das Gesetz sind ganz neue Grundlagen für die weitere Handhabung der Denkmalpflege in Frankreich geschaffen worden; auch die *commission des monuments historiques* ist auf einen ganz neuen Boden gestellt worden. Eine besondere Schwierigkeit lag aber noch vor, die das Gesetz gar nicht berührt, eine Schwierigkeit, die bisher die Wirksamkeit der Commission oft genug gelähmt hatte. Sie lag darin, dafs nur ein Theil der geschichtlichen Denkmäler unmittelbar der Verwaltung der *commission des monuments historiques* und damit der Verwaltung der schönen Künste unterstellt war, und dafs gerade sehr bedeutende Denkmäler ihr entzogen waren.[17]) Dafs einzelne grofse geschichtiche Bauten, die noch für andere praktische Staatszwecke dienen, anderen Verwaltungen unterstellt waren, verstand sich von selbst und liefs sich nicht ändern. So unterstehen noch heute der Palast der Päpste in Avignon und das Schlofs von Vincennes dem Kriegsminister, die Justizpaläste von Beauvais und Bourges, die Gefängnisse von Thouars und Fontevrault dem Justizminister, der Thurm von Cordouan der Marineverwaltung.

Aber zwei grofse Klassen von Denkmälern waren dem Einflufs der Commission mehr oder weniger entzogen, einmal die *édifices diocésains* und dann die *bâtiments civils* und *palais nationaux*. Unter den 267 Diöcesangebäuden befinden sich 68 classirte geschichtliche Denkmäler, und zwar die wichtigsten kirchlichen Denkmäler: die Kathedralen von Paris, Reims, Amiens, Bourges, Beauvais, Rouen, Clermont, Périgueux usw., kurz alle dem Staate gehörigen Kathedralen, die zugleich Bischofssitze sind. Und unter den *bâtiments civils* und *palais nationaux* befinden sich ebenso eine ganze Reihe von geschichtlichen Denkmälern, vor allem die Schlösser in Versailles, Pierrefonds, Saint-Germain, Fontainebleau, Rambouillet, Compiègne, Pau, endlich alle Pariser Schlösser: Louvre, Luxembourg, Palais Royal, die Tuilerien, sowie die Pariser Denkmäler, Triumphthore, das Pantheon usw. Die bedenklichen Schwierigkeiten, die in dieser Trennung liegen, hat man von je empfunden. Nur zweimal, während der kurzen Dauer der beiden eigenen Kunstministerien, im Jahre 1870 und 1881/82, vor allem unter dem zielbewufsten und energischen Ministerium Proust ist der Versuch gemacht worden, die sämtlichen geschichtlichen Denkmäler unter einer Verwaltung zu vereinigen.[18]) Man hat damals 53 der Kathedralen und 36 der *palais nationaux* ihren Sonderverwaltungen genommen und der Verwaltung der schönen Künste unterstellt. Diese Vereinigung ist aber in dem Augenblick, wo

14) Baumgart, *Monuments historiques: Expositions internationales Londres 1874, France, Rapports*, Paris 1875, p. 55, 191.

15) Courcelle-Seneuil, *Rapport au conseil d'état*, 28. Februar 1881.

16) Bardoux, *Rapport au sénat sur le projet de loi pour la conservation des monuments et objets d'art: Journal officiel*, Mai 1886, p. 136.

17) Eingehend hierüber Henri Morgand, *L'administration des Beaux-Arts: Revue générale d'administration*, 1883. — Pariset, *Les monuments historiques*, p. 49.

18) Henry Houssaye, *Le ministère des arts: Revue des deux mondes* v. 1. Februar 1882, p. 613, wendet sich scharf gegen die Zersplitterung. Vgl. schon Mérimée's Bericht vom 20. Mai 1840: v. Wussow a. a. O. I, S. 150.

die kurzlebigen Ministerien zusammenbrachen, wieder aufgegeben worden. Die *direction des bâtiments civils et palais nationaux* ist wenigstens seit 1882, während sie von 1870 bis 1881 dem Ministerium der öffentlichen Arbeiten unterstellt war, bei dem Unterrichtsministerium geblieben; nur von 1890 bis 1895 war sie wieder dem Arbeitsministerium untergeordnet. Die *direction des cultes* dagegen, die die Diöcesangebäude und die Kathedralen verwaltet, hat vor und nach 1882 eine wahre Odyssee durchgemacht und ist wechselweise mit dem Ministerium des Inneren, der Justiz, des Unterrichts verbunden gewesen. Seit dem Jahre 1870 ist die *direction des cultes* genau 27mal zwischen den einzelnen Ministerien hin- und hergeworfen worden, seit dem Jahre 1870 ist sie nicht weniger als 41 Ministern unterstellt gewesen. Zuletzt befand sie sich von 1888 bis 1892 beim Justizministerium, von 1892 bis 1894 beim Unterrichtsministerium, von 1894 bis 1895 beim Ministerium des Inneren, von 1895 bis 1896 wieder beim Unterrichtsministerium, um endlich 1896 zum Justizministerium zurückzukehren.[19] Wenn auch die Sections- und Bureauchefs von diesem Wechsel unberührt bleiben, so liegt doch auf der Hand, dafs diese Unstetigkeit allen Unternehmungen, die sorgfältige Vorbereitung erheischen, und ebenso gründlichen Umgestaltungen so schädlich wie möglich sind. Und dann kommt hier wieder die unselige Rivalität zwischen den einzelnen Behörden in Frage.

Die *direction des bâtiments civils* ist schon dadurch an die *commission des monuments historiques* gefesselt, dafs sie demselben Ministerium unterstellt ist und dafs ihre Generalinspectoren geborene Mitglieder der Commission sind. Die *direction des cultes* ist aber nicht in dieser Weise mit der Commission verbunden: ihre Generalinspectoren stehen ganz selbständig da; nur einer (de Baudot) ist zur Zeit, aber nicht als Generalinspector, Mitglied der Commission: es liegt nun die grofse Gefahr vor, dafs zwischen den beiden Corporationen grundsätzliche Meinungsverschiedenheiten entstehen, die vor allem im Lande und vor der Kammer den Glauben an die unbedingte Autorität dieser Behörden erschüttern müssen — und diese Gefahr liegt umsomehr vor, als die *direction des cultes* auf eine gleiche ruhmreiche Geschichte, auf die gleichen Leistungen wie die Commission zurückblickt: sie darf vor allem auf Viollet-le-Duc hinweisen, der seit 1853 Generalinspector der Diöcesangebäude gewesen und dessen Geist unter den Architekten der *direction des cultes* am lebendigsten weiterwirkte. Diese ungesunde Trennung bildet noch heute den Krebsschaden in der sonst so einheitlichen und glücklichen Organisation der Denkmalpflege in Frankreich.

II. Die Wirkungen des Gesetzes vom 30. März 1887.

Das Gesetz selbst hat nach seinem Wortlaut und nach seinem Inhalt eine eingehende kritische Bearbeitung durch eine Reihe hervorragender französischer Juristen gefunden.[20] In den ersten beiden Jahren nach dem Inkrafttreten erschienen ausführliche Erläuterungen von Jules Challamel,[21] Henri Morgand[22] und von dem Professor an der *faculté de droit* zu Paris Ducrocq.[23] dann behandelte M. Saleilles eine Reihe von Einzelfragen, die die Anwendbarkeit des Gesetzes betrafen,[24] im Jahre 1896 endlich hat Louis Tétreau, Sectionspräsident im Staatsrath und selbst Mitglied der *commission d. mon. hist.*, eine ausführliche Darlegung veröffentlicht, die die Entstehung und die Vollendung des Gesetzes behandelt und die einzelnen Abschnitte auf das eingehendste vom rechtlichen Standpunkte aus prüft.[25] Diese im Auftrage der *commission d. mon. hist.* geschriebene erschöpfende Erläuterung darf als eine Art authentischer Auslegung aufgefafst werden. In Deutschland hat das Gesetz, das sofort in den Kreisen der Freunde der Denkmalpflege bekannt geworden und erörtert worden war,[26] im vorigen Jahre in Hugo Loersch einen berufenen Geschichtsschreiber und Erklärer gefunden.[27]

Ein Eingehen auf die juristischen Fragen, die das Gesetz aufgerollt hat, auf sein Verhältnifs zum *Code civil*, liegt nicht im Sinne dieser Ausführungen. Das Gesetz darf im Aufbau, in der organischen Entwicklung der Artikel auseinander, in der klaren Sprache als mustergültig bezeichnet werden. Dabei hat es in dem Bestreben, sich generell und sich knapp auszudrücken, freilich auch an sich wünschenswerthe Ausführungen beseitigt, die der erste Entwurf noch enthielt. Bei jeder eingehenden Prüfung der Bestimmungen, zumal was ihre Anwendbarkeit auf ausländische Verhältnisse betrifft, werden immer die oben genannten Erläuterungen, zumal die von Tétreau und Loersch herangezogen werden müssen.

Der Geist des Gesetzes kann in wenige Leitsätze zusammengefafst werden. Die Voraussetzung des staatlichen Schutzes bildet in jedem Falle das *classement*, die officielle Erklärung eines Bauwerkes oder eines beweglichen Kunstwerkes zum geschichtlichen Denkmal. Die Fürsorge für die Aufstellung des Verzeichnisses dieser Denkmäler ist dem Unterrichtsminister übertragen. Ein classirtes unbewegliches Denkmal darf ohne Genehmigung des Unterrichtsministers nicht zerstört werden und keine Wiederherstellung, Ausbesserung oder Veränderung *(restauration, réparation, modification)* ohne Genehmigung des Unterrichtsministers erfahren. Ein classirtes bewegliches Denkmal darf nicht auf irgend eine Weise veräufsert werden und darf nicht wiederhergestellt oder ausgebessert werden ohne Genehmigung des Unterrichtsministers. Archäologische Ausgrabungen irgend welcher Art

---

19) Eine Uebersicht über die Verschiebungen in der *direction des cultes* seit 1801 in *La France ecclésiastique*, 1896, p. 848.

20) Es ist gedruckt im *Journal officiel*, 31. März 1887, das Ausführungsdecret im *Journal officiel*, 8. Januar 1889. Weitere Abdrücke im *Bulletin monumental*, 1887, p. 162; 1889, p. 429; im Anhang zu Ducrocq und Loersch (s. u.) und in eigener Ausgabe Paris (*Imprimerie nationale*) zusammen mit der Liste der classirten Denkmäler.

21) Jules Challamel, *La loi du 30 mai 1887, étude de législation comparée: Annuaire de législation française*, 1888. Dazu *Bulletin monumental*, 1888, p. 512. Ders., *Des législations française et étrangère établies pour assurer la conservations des œuvres d'art: L'ami des monuments 1890*, p. 285.

22) Henri Morgand, *Monuments historiques et objets d'art: Revue générale d'administration*, 1889.

23) Th. Ducrocq, *La loi du 30 mai 1887 sur la conservation des monuments*, Paris 1889 (*extrait du compte rendu de l'académie des sciences morales et politiques*, 1889). Ueber das Ausführungsdecret vgl. noch *Bulletin monumental*, 1889, p. 429.

24) Saleilles, *Questions de iurisprudence: Revue bourguignonne de l'enseignement supérieur* I, 1891; III, 1893.

25) Louis Tétreau, *Législation relative aux monuments et objet d'art dont la conservation présente un intérêt national*, Paris 1896. Daneben ist, zumal für die Vorgeschichte des Gesetzes, wieder Ernest Pariset, *Les monuments historiques*, Paris 1891, zu nennen.

26) Correspondenzblatt des Gesamtvereins der deutschen Geschichts- und Alterthumsvereine XXXV, S. 147.

27) Hugo Loersch, Das französische Gesetz vom 30. März 1887. Ein Beitrag zum Recht der Denkmalpflege, Bonner Universitätsprogramm v. 3. August 1897.

dürfen auf Grund und Boden im Besitz des Staates oder irgend einer Körperschaft im Sinne des öffentlichen Rechts nicht unternommen werden ohne Genehmigung des Unterrichtsministers. In Privatbesitz befindliche unbewegliche Denkmäler und in Privatbesitz befindlicher Grund und Boden, der archäologisch werthvolle unbewegliche oder bewegliche Denkmäler birgt, können enteignet werden. Im Staatsbesitz befindliche classirte bewegliche Denkmäler sind unveräufserlich und der Ersitzung entzogen, die übrigen classirten beweglichen Denkmäler können, wenn sie unrechtmäfsig veräufsert oder gestohlen sind, binnen dreier Jahre zurückgefordert werden.

Als Grundlage der ganzen staatlichen Fürsorge ist also das *classement* zu betrachten. Die Auswahl und Bezeichnung derjenigen Denkmäler, an deren Erhaltung der Staat ein öffentliches Interesse hat und auf die das Schutzgesetz anzuwenden ist, ist damit nicht dem Befinden einer untergeordneten Provincialbehörde anheim gegeben, sondern erfolgt durch den Staat selbst und wird durch ihn bekannt gegeben. Die Voraussetzung eines wirksamen staatlichen Schutzes ist dabei, dafs dieser Charakter als geschichtliches Denkmal allgemein, vor allem allen Behörden und allen Personen, die irgendwo mit dem Denkmal zu thun haben, bekannt sei.

Die thatsächlichen Wirkungen des *classements* eines unbeweglichen Denkmales sind nun für seine dauernde Sicherung die denkbar günstigsten, und darin liegt der eine grofse Erfolg dieser Gesetzgebung. Der Charakter des historischen Denkmales ist in der That allgemein bekannt; in den grofsen Reisehandbüchern wie den *Guides Joanne* und den kleinen Geographieen der Départements, die die *maison Hachette* herausgiebt, ist diese Eigenschaft bei jedem Bauwerk besonders bemerkt; sämtliche Behörden, sämtliche Körperschaften, sämtliche Vereine sind von diesem *classement* unterrichtet. Dazu kommt, dafs der Charakter als *monument historique* einen besonderen Nimbus verleiht; selbst die im Punkte der Kunstwissenschaft unschuldigsten Maires sprechen das Wort mit einer gewissen ehrfürchtigen Scheu aus — das öffentliche Interesse wie der Schutz der Oeffentlichkeit sind durch die Verleihung dieses Charakters einem Bauwerk von vornherein gesichert. Man ist in den kleineren Orten meist sehr stolz auf den Besitz eines *monument historique* — auch das sichert diesem von vornherein gröfsere Beachtung. Eine Vernachlässigung der Vorschriften des Gesetzes durch Unkenntnifs des Denkmalcharakters erscheint ganz ausgeschlossen: die Zahl der *monuments historiques* ist ja in den einzelnen Départements gar nicht sehr grofs.

Damit hängt nun freilich aufs engste ein Nachtheil zusammen. Die Liste der *monuments historiques*, mit deren Aufstellung die *commission d. mon. hist.* schon im Jahre 1838 begonnen hat, ist durch die über ein halbes Jahrhundert währende unermüdliche Arbeit der ersten Kenner der französischen Kunst im wesentlichen festgestellt, aber sie umfafst nur etwas über 2000 unbewegliche Denkmäler. Es ist hier natürlich eine gewisse Grenze nach unten eingehalten worden, aber die Unterschiede zwischen einer noch in der letzten Rangstufe zum geschichtlichen Denkmal erklärten Kirche und einer anderen nahe verwandten, die dies Vorrecht nicht geniefst, können verschwindend klein sein: auf diesen zweiten Bau erstreckt sich aber der durch das Gesetz gewährleistete Schutz nicht. Auf diese Bauwerke finden nur die allgemeinen baupolizeilichen Bestimmungen Anwendung. Es liegt darin eine gewisse Ungerechtigkeit. Die Präfecten haben nur von Aufsichtswegen auf diese Bauten ein wachsames Auge zu haben, und der Umsicht der archäologischen Gesellschaften erwachsen hier noch bedeutende Aufgaben.

Es dürfte von Interesse sein, das Verzeichnifs der classirten Denkmäler in einem Département zusammenzustellen.

Im Département Bouches-du-Rhône sind beispielsweise classirt:

1. Megalithische Denkmäler: die Steindenkmäler von Fontvieille.

2. Römische Denkmäler: in Aix das Lager von Entremont, die Bäder; zu Arles das Amphitheater, die Reste des Forums, die Stadtmauern, die sogenannte Säule des Saint-Lucien, der Obelisk, die Ruinen des sogenannten Constantinspalastes, das Theater, die Ruinen des Aquäductes von Barbegal; in Marseille die Gewölbe von Saint-Sauveur; in La Penne die Pyramide La Pennelle, in Saint-Chamas die Brücke; in Saint-Rémy der Triumphbogen und das Julierdenkmal; in Salon die Mauern, in Vernègues die Gräber und der Tempel der Maison-Basse.

3. Denkmäler des Mittelalters und der Renaissance: in Aix die Kathedrale mit dem Kreuzgang, die Kirche Saint-Jean, die Tour de l'Horloge, die Renaissancehäuser; in Arles die Capelle der Porcelets-aux-Aliscamps, die Capelle Sainte-Croix in Montmajour und die Abtei von Montmajour, die Kirchen Sainte-Anne, Saint-Césaire, Saint-Trophime mit dem Kreuzgang, Saint-Honorat-des-Aliscamps, das Denkmal der Aliscamps; in Les Baux das Schlofs, die Wälle, die Kirche, der Pavillon de Mistral und verschiedene Häuser (die letzten drei Privateigenthum); in Marseille die Kirche der Abtei Saint-Victor und die Kirche de la Major; in La Roque-d'Antheron die Abtei de Silvacane; in Les Saintes-Maries die Kirche; in Saint-Rémy die Maison du Planet, Kreuzgang und Thurm von Saint-Paul de Mausoles (Privateigenthum); in Salon die Kirche Saint-Laurent; in Tarascon das Schlofs, die Kirche Sainte-Marthe, die Capelle und der Thurm von Saint-Gabriel.[28])

Mit der Beschränkung des staatlichen Schutzes auf eine begrenzte Zahl auserlesener Denkmäler hat sich Frankreich auf den Boden gestellt, den unter den modernen Culturstaaten zuerst Dänemark betreten hatte und auf dem heute vor allem England steht. Dänemark gebührt der Ruhm, am frühesten unter allen europäischen Staaten eine Schutzgesetzgebung für die älteren nationalen Denkmäler geschaffen zu haben.[29]) Schon im Jahre

28) Das Unterrichtsministerium hat die Liste dieser Denkmäler veröffentlicht (die letzte vom Jahre 1889): *Ministère de l'instruction publique. Direction des Beaux-Arts. Monuments historiques. Loi et décrets relatifs à la conservation des monuments historiques. Liste des monuments classés.* Paris, *Imprimerie nationale*, 1889. Ueber die zuerst veröffentlichte Liste vgl. *Journal officiel du 2 avril 1887*, p. 1567 und Tetreau a. a. O. p. 128. Instructiv ist der Vergleich mit der früheren Liste vom Jahre 1876 bei E. du Sommerard, *Les monuments historiques de France*, p. 368. Eine besondere Schwierigkeit bringt noch der Umstand, dafs die Durchführung des *classement* gewöhnlich ziemliche Zeit beansprucht und dafs vor dem Aussprechen des *classement* das Gesetz nicht anwendbar ist. Diese Schwierigkeit wird in dem verwandten Denkmälerschutzgesetz für Tunis vom 7. März 1886 (veröffentlicht im *Journal officiel Tunisien* vom 12. März 1886), das unter dem unmittelbaren Einflufs des französischen Entwurfes entstanden ist, aufgehoben durch die Bestimmung im Artikel 5 des Titel II: *La déclaration d'enquête a pour effet d'assimiler l'immeuble pendant la durée de l'enquête à un immeuble classé.* Vgl. Pariset a. a. O. p. 199.

29) Die ganze Geschichte der Bestrebungen und Einrichtungen zur Erhaltung der Denkmäler in Dänemark bei J. J. A. Worsaae, *Om beraringen af de faedrelandske Oldsager og Mindesm aerkeri Danmark: Aarboger for nordisk Oldkyndighed og Historie*, 1877, p. 1. — Französisch unter dem Titel: *La conservation des antiquités et des monuments nationaux en Danemark: Mémoires de la société royale des antiquaires du Nord*, 1877, p. 343. — Englisch im

1807 ward hier auf Betreiben Nyerups die Königliche Commission für die Conservirung der Alterthümer eingerichtet und unter ihren Schutz eine ganz bestimmte Zahl von Denkmälern gestellt, deren Liste in den Jahren 1809 und 1810 festgesetzt wurde.[30])

In England sind durch den *Ancient monuments protection act* vom Jahre 1882 69 Denkmäler in dem vereinigten Königreiche (29 in England, 21 in Schottland, 19 in Irland) unter den Schutz des Gesetzes gestellt worden.[31]) Das Gesetz trägt zu sehr den Stempel seines Vaters, Sir John Lubbock, des Naturforschers, Prähistorikers und Anthropologen, der seit dem Jahre 1873 unermüdlich den Gesetzentwurf im Parlament immer wieder vorgebracht hatte: so sind nur die ältesten Denkmäler Englands, vor allem die megalithischen Denkmäler, von ihm berücksichtigt.[32])

Den gleichen Standpunkt wie Dänemark und England nehmen noch Aegypten und Indien ein, die in Bezug auf die Einrichtungen der Denkmalpflege in vorderster Reihe genannt werden müssen. In Aegypten ist zunächst durch den Erlafs vom 18. December 1881 für die arabischen Denkmäler das *classement* vorgesehen;[33]) durch das Gesetz vom 15. Juni 1883 ist ebenso für alle älteren Denkmäler die von der Regierung zu erlassende Erklärung eines Monuments zum Alterthumsdenkmal als Grundlage des Staatsschutzes gefordert worden.[34]) In Indien ist im Jahre 1881, seit der Schaffung des Amtes eines *Curator of Ancient Monuments in India*, mit dem *classement* und der Aufstellung einer Liste der zu schützenden Denkmäler begonnen worden.[35]) Endlich ist noch in Portugal durch die Königliche Gesellschaft der Architekten und Archäologen im Jahre 1881 auf Grund einer Ministerialverfügung vom 28. December 1880 eine Liste der Denkmäler aufgestellt worden, die als nationale Monumente zu gelten haben. In Italien dagegen hat man in dem Gesetzentwurf vom Jahre 1872 auf die Forderung eines Inventars als Grundlage verzichten zu müssen geglaubt, in der selbstverständlichen Erkenntnifs der Undurchführbarkeit einer solchen Riesenarbeit.[36]) Dafür sind dann seit dem Jahre 1894 durch die *Uffici regionali* Verzeichnisse nach einheitlichen Formularen begonnen worden. In Preufsen ist die Forderung einer Liste der Denkmäler von Anfang an aufgestellt worden. In der Allerhöchsten Cabinetsordre vom 15. Januar 1842 wurde die Herstellung eines Inventars nach dem französischen Vorbilde — also nach dem von der *commission d. mon. hist.* begonnenen *classement* — gebilligt.[37]) Schon in der Ministerialverfügung vom 24. Januar 1844, die die preufsische Denkmalpflege erst auf feste Füfse gestellt hat, und der Instruction für den Königlichen Conservator der Kunstdenkmäler von gleichem Tage sind ebenso genaue Inventarien in Aussicht genommen. Die preufsischen Inventarien sind, schon in dem ersten Versuch, der 1870 veröffentlichten Beschreibung der Baudenkmäler im Regierungsbezirk Cassel, zu etwas ganz anderem geworden. Eine Liste der würdigsten Denkmäler — um die es sich bei einem Classement handelt — läfst sich nur aufstellen auf Grund der Kenntnifs aller Denkmäler in einem beschränkten Bezirke. So ergab sich die Nothwendigkeit, zunächst alle älteren Baudenkmäler überhaupt zu untersuchen und zusammenzustellen. Dann verlangten die kunst-

---

Report of the Smithsonian Institution, 1879, p. 299. Auf Worsaae beruht die Darstellung bei von Wussow I, p. 135.

30) Die Liste dieser Denkmäler ist veröffentlicht in den *Antikvariske Annaler* I, 1812, p. 133, 348. Im Jahre 1847 wurde eine umfassende Enquête über ihren Zustand angestellt. Mit ihrer Ueberwachung wurde erst mit dem Titel eines Inspectors, dann mit dem eines Directors Worsaae betraut, der unter dem 20. März 1848 eine königliche Instruction erhielt (gedruckt in der *Antikvarisk Tidsskrift*, 1848, p. 150).

31) Ueber die ganze Pflege der älteren Denkmäler in England vgl. die ausgezeichnete Studie von David Murray, *An archaeological survey of the united Kingdom, the preservation and protection of our ancient monuments*, Glasgow 1896. Die Ausführungen beschränken sich freilich in der Hauptsache auf die archäologisch wichtigen Denkmäler im Sinne Lubbocks. Ueber die weiteren Versuche vgl.: über die früheren: *La conservation des monuments nationaux en Angleterre: Bulletin monumental*, 1869, p. 499; über die späteren: *De la conservation des monuments historiques en Angleterre et des principes qui doivent guider leur restauration: Bulletin monumental*, 1896, p. 465. Das *Royal institute of British architects* hat im Jahre 1880 eine instructive kurzgefafste Anleitung, *Conservation of ancient monuments and remains* (London 1888) veröffentlicht. Dazu Centralbl. der Bauverwaltung VIII, S. 486. Ausführlicher Sir Edmund Beckett, *Church restoration*, London 1880. Vgl. noch v. Wussow I, S. 145, v. Helfert, S. 60.

32) Murray a. a. O. p. 47. Durch Artikel 10 des Gesetzes ist eine spätere Ergänzung der Liste vorgesehen. Auf Grund dieses Artikels sind in den Jahren 1887—1892 bei sechs einzelnen Gelegenheiten im ganzen 31 weitere Denkmäler hinzugefügt worden, sodafs die Zahl also jetzt 100 beträgt. Von diesen entfallen 36 auf England, 38 auf Schottland, 26 auf Irland. In Irland sind aber aufserdem durch den *Irish Church Act* von 1869 und die Ausführungsbestimmungen von 1880 und 1892 noch gegen 150 Bauwerke gesetzlich geschützt und den *Commissioners of Public Works in Ireland* unterstellt. Gegenüber den Bauwerken des Mittelalters und der späteren Jahrhunderte ist aber der gesetzliche Schutz in England vollständig ungenügend. Sir Augustus Wollaston Francks hat noch in dem letzten Bericht (vom 23. April 1897) vor seinem Tode im Hinblick auf die Vorgänge in Peterborough und Winchester über die unzulänglichen gesetzlichen Handhaben geklagt.

33) Das Decret abgedruckt in dem ersten Bericht des *Comité de conservation des monuments de l'art Arabe, exercice* 1882—83, p. 8. Die Jahresberichte des Comités, in dem sich Franz Pascha und Herz vor allem unvergängliche Verdienste erworben haben, dürfen als vorbildlich auch für Europa bezeichnet werden.

34) *Bulletin des lois et décrets* p. 157. Vgl. v. Helfert a. a. O. S. 31, 46. Der Fassung des Wortlautes des Gesetzes liegt das französische Gesetz vom 30. März 1887 zu Grunde. Für das *comité permanent d'Égyptologie*, dem die Ueberwachung der ägyptischen Denkmäler anvertraut ist, ist erst am 9. März 1889 eine genaue Dienstvorschrift erlassen worden.

35) Schon im Jahre 1873 hatte das Gouvernement von Bombay seine Aufmerksamkeit dem Schutz der indischen Denkmäler zugewandt, etwas später das Gouvernement von Madras. Ueber die Geschichte dieser Bestrebungen vgl. Buhler, *Notes on Past and Future Archaeological Explorations in India: Journal of the Royal Asiatic Society*, 1895, p. 649. Im Jahre 1881 wurde zuerst im Gouvernement Madras durch Mr. Robert Sewell ein Inventar der Denkmäler aufgestellt (Sewell, *Listes of the Antiquarian Remains of the Presidency of Madras*, Madras 1882). Ueber die Aufnahmen, Arbeiten usw. berichten seit dem Jahre 1882 die *Reports of the Curator of Ancient Monuments in India*.

36) Der Gesetzentwurf vom 13. Mai 1872 mit den Begründungen und dem für die rechtliche Seite der ganzen Frage höchst wichtigen Rapport der aus den Senatoren Amari, Tabarrini, Miraglia, Di Giovanni, Brioschi bestehenden Prüfungscommission ist in extenso abgedruckt bei Filippo Mariotti, *La legislazione delle Belle Arti*, Rom 1892, p. 311 und in französischer Uebertragung in den Rapports der *commission supérieure des expositions internationales* von London, 1874 (Paris 1875), p. 191—236. Ausführlich handelt über die ganze Entwicklung der Gesetzgebung Mariotti, der eine vollständige Zusammenstellung aller Erlasse seit dem Breve Leos X für Rafael bringt. Von Kritiken fremder Beobachter sind aufser der letzten werthvollen Darstellung von J. Kohte, Die Pflege der Kunstdenkmäler in Italien: Centralblatt der Bauverwaltung, 1898, S. 38, 49, die sich vor allem auf die Baudenkmäler bezieht, zu nennen der Aufsatz von Paul Kristeller, Die Erhaltung der Kunstdenkmäler in Italien: Deutsche Rundschau, 1892, S. 435, der in erster Linie die beweglichen Denkmäler und die Sammlungen im Auge hat, und Aug. Audollent, *La question des antiquités et des beaux-arts en Italie: L'ami des monuments*, 1892, p. 20. Vgl. auch v. Wussow I, p. 169. Die früheren Verfügungen auch in den *Leggi, decreti, ordinanze ... dei passati governi per la conservazione dei monumenti*, Rom 1881. Vgl. auch *Sull' ordinamento del servizio archaeologico. Seconda relazione del direttore generale delle antichità e belle arti*, Rom 1885 und Luca Beltrami, *La conservazione dei monumenti nell' ultimo ventennio: Nuova Antologia XXXVIII.*

37) Die ersten Versuche ausführlich bei v. Wussow I, S. 44. Vgl. Bd. II, S. 31, 34, 38.

geschichtlichen und die ortsgeschichtlichen Interessen bei diesen kostspieligen, voraussichtlich nur einmal durchzuführenden Arbeiten auch Berücksichtigung ihrer Forderungen. Die Inventarien, die heute in allen preufsischen Provinzen und allen deutschen Bundesstaaten veröffentlicht werden, sind auf diese Weise durchweg monumentale Urkundensammlungen geworden. Es würde aber ein leichtes sein, aus ihnen nach Abschlufs der Arbeit eine Liste der besondere Aufmerksamkeit verdienenden Denkmäler zusammenzustellen. Dann würde vielleicht in Erwägung zu ziehen sein, ob diese Listen nicht schon jetzt den Behörden, in Preufsen den Königlichen Regierungen, den Landrathsämtern und den Bürgermeistereien bezw. den Gemeinden mitgetheilt werden könnten. Die jetzigen Inventare können für den Gebrauch der Behörden nur den Werth von orientirenden Nachschlagebüchern haben. Der besondere Hinweis auf eine Anzahl der hervorragendsten Denkmäler würde aber wenigstens bei diesen jeden Zweifel über deren Denkmalcharakter bei den Behörden ausschliefsen, ohne dafs ihre Fürsorge doch auf diese allein beschränkt würde.

In Frankreich ist der Versuch, ein über die amtliche Liste der classirten Denkmäler hinausgehendes Inventar zu veröffentlichen, ungünstig ausgefallen. Eine neben der *commission d. mon. hist.* gebildete Commission, unter dem Präsidium des Ministers, mit dem *directeur des beaux-arts* als Vicepräsident, der 19 hervorragende Kunstgelehrte, die Leiter der gröfsten staatlichen Kunstanstalten und eine Anzahl Politiker angehören (davon nur zwei zugleich Mitglied der *commission d. mon. hist.*), hat 12 Bände eines grofsen *Inventaire des richesses d'art de la France* veröffentlicht, ein merkwürdig systemloses Unternehmen, das unter anderem die sämtlichen Kataloge der Museen zu Angers, Nantes, Montpellier, Besançon, Tours, Orléans vollständig abdruckt wie in dem Handschriftenkatalog der Bibliotheken Frankreichs. Man hat dazu hintereinander gedruckt, was eben fertig wurde, wie in einer grofsen Zeitschrift. Das ganze Unternehmen ist aber an ein vorzeitiges Ende gelangt — die Kammern haben die weiteren Mittel verweigert, und die Absicht, das Inventar in dieser Form durchzuführen, ist ganz aufgegeben worden.[38]) Es bestehen nun freilich schon für eine ganze Reihe von Départements, von den ersten Versuchen von de Gerville und de Caumont an eine ganze Reihe reichillustrirter Monumentalstatistiken, zum Theil nach deutschem Muster.[39]) Eine Nothwendigkeit zu einer Neubearbeitung liegt eigentlich hier kaum vor. Für eine Anzahl der Départements sind auch die früher veröffentlichten *Répertoires archéologiques* vorhanden.[40])

Das in den Artikeln 8 bis 13 des Gesetzes vorgesehene *classement* der *objets mobiliers* bietet entschieden zur Zeit noch die gröfsten Schwierigkeiten. Bisher sind nur ganz gelegentlich, meist aus besonderem Anlafs, einzelne werthvolle bewegliche Kunstwerke classirt worden.[41]) In der für dies *classement* erlassenen Instruction wendet sich die *commission d. mon. hist.* an alle Gelehrten, besonders die Bibliothekare und Archivare, an alle Architekten; sie sieht sich dabei veranlafst, zu betonen, dafs das *classement* nicht da sei, um die Kunstwerke in die Pariser Sammlungen zu ziehen, sondern um sie vor den Gefahren der Unwissenheit und des Eigennutzes zu sichern.[42])

Das *classement* einer grofsen Klasse von *objets mobiliers* — aller derer, die *immeubles par destination* sind — ist durch das *classement* des Bauwerkes, in dem sich jene befinden, mit ausgesprochen. Dahin gehören alle mit dem Bauwerk verbundenen oder einen festen Platz einnehmenden Ausstattungsstücke, Lettner, Chorstühle, Kanzeln, Altäre usw. Aber die ganze übrige Schaar der im eigentlichen Sinne beweglichen — leider oft nur allzu beweglichen — Kunstgegenstände! Die *commission d. mon. hist.* hat diesen Mangel empfunden und im Jahre 1893 einen vierten *inspecteur général* in der Gestalt eines ausgezeichneten noch jungen Kunstgelehrten, M. Marcou, des früheren Bibliothekars der *commission*, bestellt, dem die Fürsorge für das *classement* der *objets mobiliers* im besonderen übergeben ist. Die Aufstellung der Inventare durch ihn erfolgt etwa in den Formen wie die Bearbeitung der Denkmälerstatistik der Provinz Westfalen durch den Provincialconservator Ludorff: indem die Gegenstände vor allem photographirt werden. Vorläufig ist erst die Aufnahme eines Départements, des Département de l'Aube, in dieser Weise vollendet. Wenn man bedenkt, dafs Frankreich 87 Départements zählt, so liegt der Abschlufs dieser Arbeit noch in weitem Felde. Der Unterrichtsminister hat schon am 5. April 1887, unmittelbar nach dem Erlafs des Gesetzes, um dessen gute Wirkungen gewissermafsen vorwegzunehmen, die Präfecten aufgefordert, alle Gesuche wegen Veräufserung zu seiner Kenntnifs zu bringen[43]), und die *direction des cultes* hat die Bischöfe wiederholt ersucht, die alten Vorschriften in Bezug auf die Veräufserung der Kunstwerke einzuschärfen: aber mit diesen Verfügungen ist nur wenig erreicht. Den *objets mobiliers* gegenüber ist die gesetzliche Handhabe vorläufig in Preufsen gröfser als in Frankreich, da hier nicht nur über die im Besitz der Civilgemeinden befindlichen Kunstgegenstände dem Staate die Aufsicht zusteht, sondern auch den katholischen[44]) wie den evangelischen[45]) Kirchengemeinden gegenüber die Genehmigung der staatlichen Aufsichtsbehörde bei der Veräufserung aller Gegenstände, welche einen geschichtlichen, wissenschaftlichen und Kunstwerth haben, durch Gesetze verlangt wird.

Die für die Ausgrabungen durch die Artikel 14 und 15 des Gesetzes gegebenen Bestimmungen scheiden von vornherein zwischen dem Grund und Boden im Besitz des Staates oder einer Körperschaft im Sinne des öffentlichen Rechts und

---

38) *Inventaire général des richesses d'art de la France*, 12 Bde. 1876—1891. *Paris, Monuments civils* I. II, *Monuments religieux* I. II, *Province, Monuments civils* I. II. III. V. VI, *Monuments religieux* I. II, *Archives* I.

39) So die *Statistique monumentale du département de l'Aube* von Ch. Fichot, Paris 1881 ff., sowie die *Statistique monumentale du département du Cher* von A. Buhot de Kersers, Paris 1875 ff, 7 Bde. Die sämtlichen Einzelstatistiken sind aufgeführt in dem *Catalogue de la bibliothèque de la commission des monuments historiques* von Perrault-Dabot, Paris 1895.

40) *Répertoire archéologique de la France, publié par ordre du ministre de l'instruction publique et sous la direction du comité des travaux historiques et des sociétés savantes*, veröffentlicht seit 1861. Erschienen die Départements Aube, Morbihan, Nièvre, Oise, Seine-Inférieure, Tarn, Yonne.

41) Vgl. Pariset a. a. O. p. 80; Tétreau a. a. O. p. 145.

42) *Instruction de la commission des monuments historiques pour le classement des objets mobiliers: Bulletin monumental*, 1891, p. 555.

43) *Revue générale d'administration*, 1889, p. 267. Vgl. Tétreau, p. 159.

44) Gesetz über die Vermögensverwaltung in den katholischen Kirchengemeinden vom 20. Juni 1875, § 50, Nr. 2 und Ausführungsverordnung vom 27. September 1875.

45) Gesetz, betreffend die evangelische Kirchenverfassung in den acht älteren Provinzen vom 3. Juni 1876, Art. 24, Nr. 2.

den Privatliegenschaften.[46]) Handelt es sich um Ausgrabungen und Funde auf Grund und Boden der ersteren Gattung, so sind die Arbeiten zu sistiren und sofort der Präfect und durch diesen der Unterrichtsminister in Kenntnifs zu setzen. Diese Vorschrift deckt sich mit den Verfügungen des preufsischen Cultusministers vom 15. Januar 1886 und 30. December 1886.[47]) Wenn es sich um eine Ausgrabung und um Funde auf privatem Grund und Boden handelt, so ist gleichfalls der Präfect und durch diesen der Unterrichtsminister zu benachrichtigen. Der Unterrichtsminister ist berechtigt, die Enteignung des betreffenden Grundstückes herbeizuführen. Das Enteignungsrecht in dieser grofsen Ausdehnung ist hier wohl die wichtigste und werthvollste Handhabe, die der Verwaltung, und zugleich das kostbarste Geschenk, das der Alterthumswissenschaft gemacht worden ist. Diese Grundlage erscheint für jede grofse Unternehmung unerläfslich.

Den gleichen Schutz und die gleiche Unterstützung durch ausdrückliche Gewährung des Enteignungsrechtes im vollen Umfang gewähren noch die Gesetzgebungen von England, Ungarn und Italien. In England ist die Anwendung der *Lands Clauses Acts* auf die Denkmäler in dem *Ancient Monuments Protection Act* vorgesehen, ohne dafs bisher von diesem Mittel Gebrauch gemacht worden wäre.[48]) In Ungarn ist durch das Gesetz über die Erhaltung der Kunstdenkmäler vom 28. Mai 1881,[49]) das nicht nur eine endgültige, sondern auch eine einstweilige Enteignung (bis zur Dauer von 3 Jahren) ermöglicht, in Italien ist durch Artikel 71 des Regolamento vom 18. Januar 1877 die Enteignung gleichfalls gewährleistet. Endlich gewähren die Möglichkeit derselben natürlich auch die Gesetzgebungen für Griechenland[50]) und für die Türkei.[51])

Es bedarf keiner Ausführung, welcher aufserordentliche Vortheil in diesem Rechte liegt, auch wenn es nur als Druckmittel gebraucht wird. In Frankreich ist diese Enteignung schon wiederholt für archäologisch wichtige Denkmäler und für die im Boden liegenden Schätze in Anwendung gekommen, so schon im Jahre 1887 für die megalithischen Denkmäler von Carnac,[52]) dann vor allem für die megalitischen Denkmäler im Département von Vaucluse[53]) und für die Ausgrabungen der gallorömischen Niederlassung in Sanxay (Vienne), wo ein Gelände von mehreren Hektaren enteignet werden mufste.

Es mufs aber hier hervorgehoben werden, dafs die Bestimmungen des Gesetzes vom 30. März 1887 über die Anwendung des Enteignungsverfahrens kein neues Recht geschaffen haben, sondern dafs sie nur ein längst geübtes Recht ausdrücklich bestätigen.[54]) Das Enteignungsverfahren nach dem Gesetz vom 3. Mai 1841 *à cause d'utilité publique* ist schon vor 1877 in einer ganzen Reihe von Fällen zur Anwendung gekommen, um wichtige geschichtliche Denkmäler zu schützen, nur eine Anwendung auf im Boden verborgen liegende Denkmäler ist bis 1887 nicht zu verzeichnen.

So ist schon im Jahre 1845 durch ein Decret vom 3. October die Enteignung des aus mehr als hundert Häusern bestehenden kleinen Dorfes in dem Amphitheater zu Orange als zulässig erklärt worden, später ebenso die Enteignungen zur Freilegung des Theaters und des Amphitheaters in Arles, zur Erwerbung des Chores der Kirche in Cunault (Maine-et-Loire) usw. Bei der Berathung des Gesetzes von 1841 in der Kammer der Pairs hatten de Montalembert und der Herzog von Broglie ausdrücklich empfohlen, dafs das geschichtliche und künstlerische Interesse unter die Fälle aufgenommen werde, in denen öffentliches Interesse die Enteignung erlaubten. Als in der Deputirtenkammer M. M. Pérignon und Vatont entsprechende Anträge eingebracht hatten, wurde das abgelehnt, weil der Artikel 3 des Gesetzes in seiner generellen Fassung genüge und auf die von den Antragstellern ins Auge gefafsten Fälle anwendbar sei, und der Siegelbewahrer, M. Martin, erwiderte ihnen: *L'utilité publique n'est pas purement matérielle; les traditions nationales, l'histoire, l'art lui-même ne sont-ils pas, en effet, d'utilité publique, aussi bien que les ponts, les arsenaux et les routes?* Dafs dieses Enteignungsrecht für solche Fälle ein unbestreitbares war, ist dann auch im Jahre 1881 anerkannt worden: nur „um alle Zweifel durch eine formelle Erklärung auszuschliefsen",[55]) ist die Anwendbarkeit des Gesetzes vom Jahre 1841 noch ausdrücklich bestätigt worden.

Das französische Enteignungsgesetz vom 3. Mai 1841 stellt nur im allgemeinen denselben Grundsatz des öffentlichen Wohles auf wie das preufsische Enteignungsgesetz vom 11. Juni 1874. Auch in Preufsen ist bei den Berathungen über den Gesetzentwurf in Frage gekommen — wie 1841 in Frankreich — ob man nicht für den Schutz der geschichtlichen Denkmäler eine Sonderbestimmung einfügen sollte; es ist hiervon — wie in Frankreich — abgesehen worden, weil man der Ansicht war, dafs der generelle Wortlaut des Gesetzes vollständig genüge. Das verdient ganz besonders betont zu werden. Wenn auch das Enteignungsverfahren auf Grund des künstlerischen oder geschichtlichen Interesses bisher in Preufsen in keinem Falle zur Anwendung gekommen ist: dafs es hier anwendbar ist, dürfte doch ebensowenig anzuzweifeln sein, wie es in Frankreich angezweifelt worden ist. Und gerade so lange sich Preufsen noch nicht der weiteren Wohlthaten eines eigenen Denkmälerschutzgesetzes erfreuen darf, müfste sich die Denkmalpflege des Besitzes dieser wichtigen Handhabe bewufst bleiben.

Die Staatsaufsicht über die Ausgrabungen und alle Unternehmungen zur Untersuchung der im Boden verborgenen vorgeschichtlichen, römischen, galloömischen, keltischen und fränkischen Reste, die Centralisirung der wissenschaftlichen Forschung auf diesem Gebiete bildet ein eigenes Capitel in der Geschichte der archäologischen Wissenschaft in Frankreich — es kommt nur mittelbar hier in Betracht. Die Erhaltung der Denkmäler der fünf ersten nachchristlichen Jahrhunderte nimmt hier keine Sonderstellung ein, da Frankreich das Glück hat, noch eine Fülle aufstehender grofser Ruinen aus dieser Zeit zu besitzen, deren Erhaltung natürlich nach denselben rechtlichen wie praktisch-technischen Grundsätzen zu erfolgen hat, wie die der mittel-

46) Eingehend Tétreau a. a. O. p. 202. — Loersch a. a. O. S. 23.

47) Clemen, Die Denkmalpflege in der Rheinprovinz, Düsseldorf 1896, S. 69, 70.

48) D. Murray a. a. O. p. 48.

49) Ungarische Landesgesetz-Sammlung für das Jahr 1881, S. 400, § 1—14. Vgl. v. Helfert a. a. O. S. 33, 107.

50) Gesetz vom 10. Mai 1834. Art. 84—93. v. Wussow II, S. 270.

51) Gesetz vom 21. Februar 1881, Artikel 6. v. Wussow II, S. 315.

52) *Journal officiel* vom 21. September 1887.

53) H. Niclas in den *Mémoires de l'académie de Vaucluse* XIII, 1893, p. 232.

54) Eingehend Tétreau a. a. O. p. 91. — Paiset a. a. O. p. 144. — Loersch a. a. O. S. 18.

55) Courcelle-Seneuil in seinem Rapport an den Staatsrath vom 28. Februar 1881.

alterlichen und späteren Denkmäler, dann aber auch weil Frankreich jene unheilvolle Beschränkung der archäologischen Forschung mit geflissentlicher Vernachlässigung alles nach dem 4. oder 5. Jahrhundert Entstandenen nicht kennt. Die Verdienste der *Revue archéologique* um die Schaffung einer Uebersicht über alle Funde auf französischem Boden und die aufserordentliche Bedeutung des *musée des antiquités nationales* in St. Germain-en-Laye als einer Muster- und Centralanstalt für die Darlegung der Entwicklung der französischen Cultur bis zu den Karolingern, nächst dem Museum nordischer Alterthümer in Kopenhagen überhaupt der wichtigsten Sammlung für die ältere Culturgeschichte, brauchen hier ja nicht betont zu werden.[56]) Eine eigene Centralstelle zur gleichmäfsigen Leitung aller Untersuchungen und Ausgrabungen auf diesem Gebiete, wie wir sie für Deutschland in einem deutschen Secretariat des Kaiserlichen deutschen archäologischen Instituts ersehnen, besitzt Frankreich jedenfalls noch nicht. Nur für die megalithischen Denkmäler, deren Classement in dem Gesetz ganz ausdrücklich vorgesehen ist, besteht seit 1879 eine eigene Subcommission der *commission d. mon. hist.*, an deren Spitze M. de Mortillet steht, bei der der Secretär und Bibliothekar der *commission d. mon. hist.* zugleich als Secretäre thätig sind, und die aufserdem noch 10 Mitglieder zählt (davon nur eines zugleich der *commission d. mon. hist.* angehörig).

Bei Funden von verborgenen Werthgegenständen in der Erde hat es das französische Gesetz nicht gewagt, in das Privateigenthum einzugreifen. Es gelten hier nach wie vor die Bestimmungen des § 716 des *Code civil*, die das Eigenthum eines Schatzes demjenigen zusprechen, der ihn in seinem eigenen Grundstücke findet, wenn im Grundstücke eines anderen gefunden, zur Hälfte dem Finder, zur Hälfte dem Eigenthümer — Bestimmungen, die sich mit Theil 1, Titel 9, § 81 u. 82 des Allgemeinen Landrechtes für die preufsischen Staaten decken. Im Gegensatz zu diesen Anschauungen, die das Privateigenthum unangetastet lassen, stehen die gesetzlichen Bestimmungen in Dänemark und England, die im allgemeinen die im Boden liegenden Schätze zu den *regalia minora* rechnen. Die Bestimmung des Capitel IX, Artikel 3 des Codex Christians V. vom Jahre 1683, authentisch ausgelegt durch die Ordonnanz vom 22. März 1737, weist dem König oder der Krone das Eigenthum an jedem Schatz von Gold, Silber oder kostbaren Gegenständen zu. Durch die Ordonnanz vom 7. August 1752 ist wenigstens dem Finder eine Entschädigung in der Höhe des vollen Metallwerthes des Fundes zugesichert.[57]) In England ist der Anspruch der Krone beschränkt auf Gold und Silber, gemünzt oder ungemünzt, das in der Erde verborgen gefunden wird. Dieses rigorose Gesetz, das in England (nicht in Schottland) auch die Klage wegen *occultatio thesauri* ermöglicht, besteht mit einzelnen Modificationen noch heute, und das vereinigte Königreich[58]) wartet noch immer auf eine unseren heutigen Anschauungen entsprechende gesetzliche Regelung der Bestimmungen über *treasure trove*, während für Indien der *Indian Treasure Trove Act* von 1878 schon klar und erschöpfend die Frage geregelt hat[59]), in einer Form, die unseren rechtlichen Anschauungen am meisten zu entsprechen scheint und die entschieden auch für die archäologische Wissenschaft die gröfseren Vortheile bietet.

Ein besonderer Abschnitt des Gesetzes (Artikel 16 und 17) ist endlich noch Algier gewidmet. Hier hat die Gesetzgebung geglaubt, einen Schritt weiter gehen zu dürfen und dem Staate das Eigenthum aller Gegenstände der Kunst und Archäologie, aller Gebäude, Mosaiken, Sculpturen, Medaillen, Gefäfse, Architekturstücke, Inschriften auf oder in dem dem Staate gehörigen Boden und in den vom Staate an öffentliche Körperschaften oder an Private geliehenen Liegenschaften vorzubehalten.[60]) Diese Bestimmung schliefst also die Anwendung des Artikel 716 des *Code civil* aus, nach dem die Hälfte eines gefundenen Schatzes dem Finder zusteht. Es entspricht dies der Auffassung, die in den südlichen Mittelmeerländern, vor allem in Italien und Griechenland bei der Gesetzgebung mafsgebend gewesen ist. Griechenland geht noch einen Schritt weiter: der Artikel 61 des Gesetzes vom 10. Mai 1834 erklärt nicht nur alle in Griechenland aufgefundenen Antiquitäten, als von hellenischen Vorfahren herkommend, für gemeinsames Nationalgut aller Hellenen, sondern § 80 bestimmt auch noch, dafs die auf Privatliegenschaften noch aufzufindenden Alterthümer zur Hälfte Eigenthum des Staates sind.[61])

Griechenland nähert sich hier der älteren dänischen Auffassung des *danefæ* und der englischen des *treasure trove*. Dieser Anspruch des Staates hat aber zugleich die natürliche Folge, dafs mit allen Mitteln die Funde verhehlt und unterschlagen werden.[62]) Noch weiter geht das türkische Gesetz vom 21. Februar 1884, das in Artikel 3 alle Alterthümer jedweder Art, die im osmanischen Reiche vorhanden oder bereits aufgedeckt sind, oder die noch aufgedeckt und im Meere, in den Seen, Flüssen und allen Wasserläufen gefunden werden, für Eigenthum des Staates erklärt, den Privateigenthümern jedes Recht ab-

56) Ich möchte hier auf die Würdigung des Museums von Gaston Boissier in der *Revue des deux mondes* vom 15. August 1881 verweisen. Mit Illustrationen aus Bertrands *Archéologie celtique et gauloise* ist der Aufsatz auch besonders erschienen (Paris 1882). Die Hauptthätigkeit der *commission des monuments megalithiques* erstreckt sich zur Zeit auf die Vorbereitung einer Sonderausstellung bei Gelegenheit der Pariser Ausstellung vom Jahre 1900. Vgl. *L'Anthropologie* V, 1894, p. 738.

57) Worsaae in den *Mémoires de la société royale des antiquaires du Nord*, 1877, p. 244.

58) Ausführlich D. Murray a. a. O. p. 57. Die für die Museumsverwaltung und für die Denkmalpflege aufserordentlich wichtige Frage hat in England eine lebhafte Erörterung gefunden. Vgl. Rhind, *The Law of Treasure Trove, How can it be best adapted to accomplish useful results*, Edinburg 1858. — George Vere Irving, *On Treasure Trove: Journal of the British Archaeological Association*, XV, p. 81. — T. C. Faussett im *Archaeological Journal*, XXII, p. 15; T. H. Baylis, ebenda XLIII, p. 341; E. C. Clark, ebenda XLIII, p. 350.

59) Gesetze über *treasure trove* bestehen in Indien schon: in Bengalen seit 1817, in Madras seit 1832 und 1838, in Pandschab seit 1872, der Act von 1878 gilt aber für ganz Indien. Der Finder eines jeden Schatzes, der den Werth von 10 Rupien übersteigt, ist gehalten, ihn dem nächsten Gouvernement auszuliefern. Wenn dieses den Fund für den Staat behalten will, zahlt es nach Artikel 10 dem Finder den vollen Metallwerth zuschläglich eines Fünftels vom Metallwerthe; die Funde, auf die der Staat keinen Anspruch erhebt, werden dem Finder zurückgegeben; wenn die Funde auf fremdem Grund und Boden gemacht wurden, gehören sie zur Hälfte dem Finder, zur Hälfte dem Eigenthümer. Vgl. Murray p. 70.

60) Vgl. Tétreau a. a. O. p. 211. Dazu R. Cagnat in der *Nouvelle Revue* vom 1. August 1895, p. 642.

61) v. Wussow a. a. O. I, S. 161; II, S. 264. Nach § 399 des Allgemeinen Bürgerlichen Gesetzbuches für Oesterreich stand hier dem Staate ein Drittel an allen Funden zu: doch ist auf dieses Drittel durch kaiserliche Entschliefsung vom 31. März (Decret vom 15. Juni) 1846 verzichtet worden.

62) Oesterreich hat auf sein Drittel an den Funden verzichtet, „um den Schwierigkeiten zu begegnen, welche sich der Erfahrung zufolge bei Anwendung der bestehenden Vorschriften ergaben, sowie in der Absicht, die Bekanntwerdung und Erhaltung numismatischer und anderer antiquarischer Funde im Interesse der Kunst und Wissenschaft zu befördern" (v. Helfert a. a. O. S. 87). In England hat Rhind (*British Antiquities*, Edinburg 1855, p. 46) aus den gleichen Gründen das Gesetz von *treasure trove* als der Archäologie schädlich bezeichnet.

spricht, an die ihnen gehörigen Denkmäler Hand zu legen oder auf ihrem Grund und Boden zu graben, ausschliefslich dem Staate dies Recht vorbehält und nur bei zufälligen Funden auf Privatgelände dem Eigenthümer die Hälfte zusichert.[63]) Den schroffsten Standpunkt nehmen endlich Bulgarien[64]) und Bosnien[65]) ein, die ohne Einschränkung alle entdeckten und unentdeckten antiken Gegenstände für Staatseigenthum erklären.

III. Organisation und Thätigkeit der commission des monuments historiques.

Die *commission des monuments historiques*, die sechs Jahre nach jenem ersten Erwachen der staatlichen Fürsorge für die gefährdeten Denkmäler, am 29. September 1837, eingerichtet worden war, bestand in den ersten Jahren nur aus acht Mitgliedern. M. Vatout, *directeur des bâtiments civils*, führte den Vorsitz, und der erste *inspecteur général*, Prosper Mérimée, versah zugleich das Amt des Secretärs.

Schon im folgenden Jahre trat eine Veränderung ein: die Commission wurde gröfser und erhielt ein mehr officielles Gepräge. Der Minister des Inneren, M. de Montalivet, übernahm persönlich den Vorsitz in der Commission, Ludovic Vitet und Prosper Mérimée wurden zu Vicepräsidenten ernannt, vier Mitglieder der Kammer der Deputirten wurden in die Commission gezogen, damit man im Palais Bourbon ständige Fürsprecher habe; endlich wurde für die Geschäftsführung der Commission ein dauerndes Bureau eingerichtet, dessen Chef, M. Grille de Beuzelin, nunmehr die Geschäfte eines Secretärs zu führen hatte und geborenes Mitglied der Commission war. Im Jahre 1852 ging die Commission mit der *direction des beaux-arts* vom Ministerium des Inneren zum Staatsministerium über, um endlich im Jahre 1870 dauernd mit dem *ministère de l'instruction publique et des beaux-arts* vereinigt zu werden. Nur zweimal, vom 2. Januar bis zum 9. August 1870 und vom 14. November 1881 bis zum 30. Januar 1882, wurde sie diesem Ministerium noch entzogen, um mit den kurzlebigen, an schönen Träumen reichen Ministerien der schönen Künste verbunden zu werden.

Im November des Jahres 1848 wurde die Commission aufs neue erweitert: die Zahl der Mitglieder auf zwanzig festgesetzt — als Rechtsmitglieder wurden der *directeur des cultes* und der *directeur des beaux-arts* hinzugezogen; aufserdem aber suchte die neue Regierung der Commission einen besonderen Glanz zu verleihen, indem sie eine Reihe der ersten Namen Frankreichs auf dem Gebiete der Litteratur und der Geschichtsschreibung in sie berief; de Lamartine, der eben den kurzen Rausch schrankenloser Volksthümlichkeit durchlebt hatte, de Lasteyrie, Léon de Laborde, Paul Lacroix traten neben die alten bewährten Mitglieder Vitet, Lenormant, Mérimée; etwas später Félix Pyat, der Socialist, und zwei Männer, deren Namen schon mit dem Wachsen jener historischen Begeisterung im Anfang der dreifsiger Jahre auf das innigste verknüpft waren: Victor Hugo und Charles de Montalembert.

Das Jahr 1855 brachte dann den nöthigen Ausgleich: du Sommerard, Viollet-le-Duc, Boeswillwald, Beulé, de Nieuwerkerke erscheinen als Mitglieder der Commission. Erst nach 22 Jahren, bei der Reorganisation der Commission, wurde die Ziffer der Mitglieder wieder vermehrt und auf 23 erhöht; aufserdem wurden zwei Subcommissionen eingesetzt, die eine für die Einrichtung und Ueberwachung des Abgufsmuseums im Trocadéro, die andere für die Weiterführung des *classement* der Denkmäler.[66]) Endlich bestehen noch seit dem Jahre 1879 die Commission für die megalithischen Denkmäler und die Commission für die Weiterführung des *Inventaire des richesses d'art* neben der *commission d. mon. hist.*

Die Gesetzgebung vom Jahre 1887 veränderte natürlich vollständig die rechtliche Stellung der Commission; aber ihre Aufgabe blieb die alte. Im Anschlufs an das Gesetz vom 30. März 1887 und das Ausführungsgesetz vom 3. Januar 1889 regelte ein Decret vom selben 3. Januar 1889[67]) die Stellung der Commission in dem neuen Rahmen. Der Commission wird hierin die Aufgabe zugewiesen, „die Liste der Denkmäler und Kunstwerke aufzustellen, die ein geschichtliches oder künstlerisches Interesse bieten; die Denkmäler zu bezeichnen, deren Wiederherstellung nothwendig ist, die ihr vorgelegten Wiederherstellungsentwürfe zu prüfen, dem Minister die Vertheilung der für die Erhaltung der classirten Denkmäler bewilligten Mittel vorzuschlagen."

Die Gesichtspunkte für die Zusammensetzung der Commission ergaben sich aus jenen einzelnen Erweiterungen, wie sie seit 1838 stattgefunden hatten: die Commission vereinigt die Spitzen aller der Verwaltungen, denen die einzelnen Gruppen von Denkmälern unterstellt sind: den *directeur des beaux-arts*, den *directeur des bâtiments civils et palais nationaux*, den *directeur des cultes*, den *directeur des musées nationaux*, weiterhin die obersten Beamten der Commission, die drei *inspecteurs généraux*, den *contrôleur des travaux*, die Directoren der beiden der Commission unmittelbar unterstellten Sammlungen: des Cluny-Museums und des Trocadéro-Museums; endlich zwei Verwaltungsbeamte: den Präfecten des Seinedepartements und den Polizeipräfecten. Diese zwölf sind durch ihre Stellung geborene Mitglieder der Commission; daneben hat der Minister die Befugnifs, weitere Mitglieder in unbeschränkter Zahl zu ernennen, doch mufs er sie aus einer Liste von je drei Candidaten auswählen, die ihm die Commission vorlegt. Die augenblickliche Mitgliederzahl beträgt 30: neben hervorragenden Architekten, Archäologen und jener Classe von einflufsreichen und schöngeistigen Kunstfreunden, wie sie nur in Paris gedeihen kann, die wesentlich decorativ wirken, eine Anzahl von Deputirten und Politikern. Den Vorsitz führt der Minister, als 1. Vicepräsident der *directeur des beaux-arts*, z. Z. M. Henri Roujon; zweiter Vicepräsident ist der hochverdiente Antonin Proust, einstiger Minister der schönen Künste. Der Chef und der Sous-Chef des Bureaus sind Secretär und Hülfssecretär der Commission.

Da zu der *Direction des beaux-arts* aufser den geschichtlichen Denkmälern der ganze Kunstunterricht und die staatlichen Manufacturen, alle künstlerischen Arbeiten und Staatsaufträge, die *bâtiments civils* und die *palais nationaux*, die Theater usw. gehören, von denen zumal die beiden ersten Verwaltungszweige eine aufserordentliche Ausdehnung angenommen haben, so kann der vielbeschäftigte *directeur des beaux-arts*, dessen Stellung

63) v. Wussow a. a. O. I. S. 231; II. S. 314. Die allgemeinen Bestimmungen des türkischen Gesetzes dazu bei Ongley, *The Ottoman Land Code*. London 1892, p. 58, 335. Vgl. Murray a. a. O. S. 112.

64) Gesetz vom 8. December 1889, Artikel 1.

65) Verfügung vom 22. Mai 1892.

66) Die Geschichte der *commission* in dem 2. Rapport von Antonin Proust für die Deputirtenkammer am 22. März 1887. Weiter bei Têtreau a. a. O. S. 225 und bei Du Sommerard, *Les monuments historiques*, p. 14.

67) Veröffentlicht im *Journal officiel* vom 8. Januar 1889. Abgedruckt bei Ducrocq a. a. O. S. 63 und bei H. Loersch a. a. O. S. 35.

der eines Ministerialdirectors entspricht, naturgemäfs nur die formelle Spitze der Commission sein; die eigentliche dauernde Geschäftsführung liegt deshalb in den Händen des Secretärs, der zugleich Chef des Bureaus ist. Das Bureau ist die natürliche Centralstelle und Geschäftstelle für alle Unternehmungen auf dem Gebiete der Denkmalpflege, es bereitet alle Verhandlungen vor, sammelt das Material, unterhält dauernde Verbindungen mit den verschiedensten Verwaltungen, Ministerien, mit den Départements und den Gemeinden; die Ausführung der wichtigeren Arbeiten wird von hier aus dauernd überwacht, alle rechtlichen Fragen, die mit den Arbeiten verknüpft sind, die Erwerbungen und Enteignungen, werden hier studirt. Das Bureau ist aufserdem die natürliche Auskunftsstelle für die mannigfaltigen, auch vom Auslande gestellten Fragen, und Gelehrte wie Künstler finden hier die gleiche liebenswürdige Unterstützung. Alle Mittheilungen, Verfügungen, Anfragen, Verträge, Verdingungen gehen von dieser Stelle aus. Dem Secretär — nach dem Ausscheiden des jüngeren Viollet-le-Duc bekleidet das Amt M. Lucien Paté — ist der *sous-chef* des Bureaus unterstellt, aufserdem umfafst das Bureau — natürlich aufser den Dienern und Aufsehern — einen *archiviste-bibliothécaire* (zur Zeit, nach dem Ausscheiden von M. Marcou, M. Perrault-Dabot), dem die Verwaltung der werthvollen Archive und der Bibliothek unterstellt ist, einen *rédacteur*, der die meisten Schriftstücke aufsetzt, einen Contrôleur der Rechnungen, sowie zwei Expedienten, von denen der eine die Briefe copirt, der andere das Bureau in Ordnung hält und die Bücher führt. Diese sieben Beamten stellen den ständigen Stab der Commission mit dem Amtssitz in Paris dar. Die Commission selbst tritt so oft zusammen, als sie der Minister beruft; eine bestimmte Zahl von Sitzungen oder bestimmte Zeitpunkte für solche sind nicht vorgeschrieben, doch tritt sie mindestens zwölf Mal im Jahre, zumal zur Feststellung des Vertheilungsplanes für die Gelder und zur Prüfung der Wiederherstellungsentwürfe zusammen. Obwohl der Apparat der ganzen Commission seit der letzten Erweiterung ziemlich schwerfällig ist, so sind die Mitglieder doch verhältnifsmäfsig leicht zu vereinigen, da sie alle, die Abgeordneten wenigstens während der Dauer der Sitzungszeit, in Paris weilen. Freilich hat gerade die Anwesenheit der Abgeordneten in der Commission, die kein staatskluger Minister hier gern entbehren wird, schon um nicht dauernde, wohlunterrichtete Vertreter in der Kammer zu missen und um eine ausgleichende Verbindung mit den verschiedenen politischen Fractionen zu behalten, noch verschiedene Nachtheile mit sich gebracht; es ist wiederholt vorgekommen, dafs die Sitzungen dieser friedlichen Commission wegen politischer Verwicklungen für längere Zeit ausgesetzt werden mufsten.

Als die eigentlichen künstlerischen und technischen Decernenten und verantwortlichen Oberaufseher der Arbeiten stehen nun dem Secretär zur Seite die *inspecteurs généraux des monuments historiques*. Die Commission hatte vom Jahre 1837 an zuerst nur einen *inspecteur*, den hochverdienten Prosper Mérimée († 1870). Im J. 1863 wurde die Zahl der Generalinspectoren wegen der immer wachsenden Arbeitslast auf zwei erhöht: dies waren der ältere Émile Boeswillwald und des Vallières — im J. 1878 wurden endlich drei *inspecteurs* ernannt, denen seit 1893 noch ein *inspecteur adjoint* für die *objets mobiliers* an die Seite getreten ist. Zur Zeit sind die drei Generalinspectoren die Herren Lisch, Selmersheim und der jüngere Paul Boeswillwald, früher *inspecteur général adjoint des édifices diocésains*, der die Erbschaft seines Vaters angetreten hat — durch eine merkwürdige Fügung alle drei Elsässer. Ganz Frankreich ist unter diese drei Generalinspectoren getheilt, aber ohne bureaukratischen Schematismus, sodafs einem jeden thunlichst die Départements zugewiesen sind, deren Kunst ihnen persönlich am nächsten lag. Lisch ist der ganze Westen zugewiesen, von der Bretagne in einer Linie nach Osten bis über Orléans hinaus, sodafs das Loiret noch in sein Gebiet fällt. Dann läuft die Grenze nach Süden bis zum Département Cantal und weiter nach Westen, sodafs das Garonnegebiet, die Départements Tarn-et-Garonne, Lot-et-Garonne und Gironde noch von ihr umschlossen werden; aufserdem aber gehört ihm das an Belgien angrenzende Département Somme. Boeswillwald ist der ganze Nordosten zugefallen, bis einschliefslich der Départements Aisne, Marne, Haute-Marne, Vosges, daneben aber der ganze Süden, der schmale Streifen an den Pyrenäen und am Mittelmeer entlang und nur am linken Rhôneufer bis nach Lyon hinauf, aufserdem aber auch noch das Département Puy-de-Dôme. Selmersheim endlich untersteht der ganze Rest, das lange Gebiet von der Normandie über die Isle de France bis zur Schweiz, am rechten Rhôneufer südlich bis zum Département Ardèche und weiter südwestlich der schmale Streifen, der die Départements Lozère, Aveyron, Tarn umfafst. Die Generalinspectoren stellen den fliegenden Stab der Commission dar, sie haben die Ueberwachung aller Bauausführungen, Wiederherstellungen usw. an den classirten Denkmälern ihres Gebietes, sie sollen zugleich eine dauernde Aufsicht über den gesamten Schatz an geschichtlichen Bauwerken führen, auch über die noch nicht classirten Denkmäler eine Uebersicht behalten und mit allen Vereinen, Archäologen usw. der Provinz in Fühlung bleiben. Sie stellen zugleich die lebendige Verbindung zwischen der Commission und den mit der Ausführung der Arbeiten betrauten Architekten dar. Als vierter *inspecteur adjoint* ist seit dem J. 1893 M. P.-Frantz Marcou, bisher Archivar und Bibliothekar der Commission, hinzugetreten, augenblicklich der einzige Archäolog unter den Generalinspectoren, dem die *objets mobiliers*, die beweglichen Kunstwerke, anvertraut sind. Mit energischen Mafsregeln zu deren Erhaltung ist freilich noch kaum der Anfang gemacht, und es ist nicht recht abzusehen, wann die Riesenarbeit des *classement* hier einmal zu einem relativen Abschlufs gelangen wird.

Von der allergröfsten und für die Vortrefflichkeit und Gleichmäfsigkeit der Leistungen entscheidenden Wichtigkeit ist nun aber die Einrichtung, dafs die gesamten Wiederherstellungsarbeiten, die die Commission ausführen läfst, oder bei denen sie betheiligt ist, nur von einer ganz begrenzten Reihe sorgfältig ausgewählter Architekten ausgeführt werden dürfen. Es sind im ganzen 40 Künstler, die den Titel *architectes attachés à la commission des monuments historiques* führen. Sie beziehen als solche kein festes Gehalt, sondern werden aus der für die Wiederherstellungen ausgeworfenen Summe bezahlt und zwar mit 5 vom Hundert. Sie haben unter sich Architekten oder in einfacheren Fällen Bauunternehmer, die *inspecteurs des travaux*, die die eigentliche örtliche Leitung der Arbeiten haben und an Ort und Stelle oder in der unmittelbaren Nähe angesessen sein müssen und 2,5 vom Hundert beziehen.

Die Auswahl der 40 Künstler — es sind 38 Architekten und 2 Maler — ist die denkbar peinlichste. Sobald eine Stelle erledigt wird, wird durch die *direction des beaux-arts* ein

öffentlicher Wettbewerb ausgeschrieben. Zugelassen zur Prüfung werden die französischen Architekten, nachdem sie durch Vorlage von eingehenden Aufnahmen alter Monumente oder von Entwürfen von neuen Constructionen ihre allgemeine Befähigung erwiesen haben. Die Prüfung selbst besteht in einer schriftlichen und zeichnerischen und einer mündlichen. Für den ersten Theil wird die vollständige Aufnahme eines älteren geschichtlichen Denkmales vom 11. bis 16. Jahrh. im jetzigen Zustande verlangt mit einem Wiederherstellungsentwurfe, begleitet von einem ausführlichen Befund- und Erläuterungsbericht; besonders soll gezeigt werden die Wiederherstellung der wesentlichen structiven Theile: der Pfeiler, des Gewölbes, des Strebesystemes. Die mündliche Prüfung erstreckt sich nicht nur auf den Entwurf selbst und seinen Erläuterungsbericht, sondern ebenso auf Fragen der Kunstgeschichte und Archäologie, auf die Natur und Verwendung der verschiedenen Baustoffe, auf die verschiedenen Constructionsarten und auf die Bauleitung. Die Jury setzt sich aus den Generalinspectoren unter Theilnahme weiterer Mitglieder der Commission zusammen. Eine solche Prüfung ist seit dem J. 1891 bei der Commission eingeführt, nachdem sie schon seit dem J. 1884 bei der *direction des cultes* bestanden und sich dort vortrefflich bewährt hatte. Der Stab von Architekten der Commission weist eine ganze Reihe von bekannten Namen auf, Laffillée, Révoil, Ruprich-Robert, Magne, Petit-Grand, Sauvageot, von denen sich nicht wenige auch auf kunstwissenschaftlichem Gebiete durch glänzende Veröffentlichungen einen Namen gemacht haben. Eine Anzahl dieser Architekten sind natürlich fliegende Baumeister, die von der Commission durch ganz Frankreich geschickt werden; den meisten aber ist ein ganz bestimmtes abgeschlossenes Gebiet oder sind verschiedene Gebiete zugefallen, auf denen sie sich nun noch viel eingehender mit den Denkmälern beschäftigen können; sie haben so nicht nur die Möglichkeit, die classirten Denkmäler selbst zu überwachen, sondern sich auch eine eingehende Kenntnifs von den in der Nachbarschaft herrschenden Stilschattirungen zu verschaffen. So hat beispielsweise der greise aber noch immer jugendfrische Henri Révoil in Marseille seit dem J. 1852 die ganze Wiederherstellungsthätigkeit in der Provence und im unteren Rhônethal, seine *Architecture romane du midi de la France* ist ein dauerndes Zeugnifs von seiner Kenntnifs der Denkmäler seines Gebietes[68]). Zu diesen 40 Architekten der *commission d. mon. hist.* treten dann noch 30 der *direction des cultes*, die ebenso sorgfältig ausgewählt werden (s. u.); in den Händen dieser 70 liegen aber thatsächlich alle Arbeiten an geschichtlichen Denkmälern in ganz Frankreich.

Diese ganze sorgfältige Auslese, die eingehenden Vorkenntnisse und bestimmten Fähigkeiten, die zur Zulassung nothwendig sind, die bedeutenden Anforderungen, die bei der Prüfung gestellt werden, haben nun zunächst — und das ist der erste grofse Vortheil dieser Einrichtung — die Ueberzeugung geschaffen und immer tiefer Wurzel schlagen lassen, dafs das Wiederherstellen eine ganz besonders schwierige und verantwortungsvolle, ganz bestimmte und weitgehende Kenntnisse erfordernde Kunst sei. Dann, dafs diese Kunst eine ganz besondere innere Veranlagung, die denkbar gröfste Fähigkeit zur Anpassung und zur Aufgebung der eigenen künstlerischen Persönlichkeit voraussetze, dafs zu ihrer Ausübung eine ganz besondere leidenschaftliche Hingabe die Voraussetzung bilden müsse. Die Anschauung, dafs der nächste im Staatsdienst stehende Architekt von Natur berufen und durch sein Amt geeignet sei, eine schwierige Wiederherstellungsarbeit an einem alten Bauwerk in die Hand zu nehmen, hat in Frankreich nie um sich greifen können. Man weifs eben, dafs der tüchtigste und talentvollste Staatsarchitekt, der eben aus der Picardie in die Pyrenäen geworfen worden ist, gar nicht imstande sein kann, mit der für diesen Zweck nöthigen sicheren Beherrschung des örtlichen Stiles einen Wiederherstellungsentwurf aufzustellen, wenn es sich nicht nur lediglich um Sicherungsarbeiten handelt. Und so ehrenvoll auch das Vertrauen sein mag, dafs die im Staatsdienst befindlichen Architekten, deren Schwerpunkt schon durch ihre Ausbildung auf einer ganz anderen Seite liegt, auch dieser Aufgabe von vornherein gewachsen sind, so entspricht das doch eben leider oft genug weder den natürlichen Fähigkeiten noch den persönlichen Neigungen der Betreffenden, und die Denkmalpflege ist es, die die falsche Rechnung zu bezahlen hat.

Das trifft natürlich noch weit mehr die Privatarchitekten. In Deutschland hält sich gemeinhin noch jeder brave Kirchenbaumeister für berufen und befähigt, auch jede Wiederherstellung in die Hand zu nehmen. In Frankreich müssen die Wiederherstellungsarbeiten an den classirten Denkmälern von einem der der Commission beigegebenen Architekten ausgeführt werden, auch wenn seitens der Gemeinden und örtlichen Behörden, die einen Antrag stellen, etwa von anderen angefertigte Aufnahmen und Entwürfe vorgelegt werden. Die örtlichen Architekten können *inspecteurs des travaux* werden, aber nie die Leitung übernehmen. Die wirklich hervorragenden Künstler unter den *inspecteurs des travaux* werden von selbst mit der Zeit zu Architekten der Commission werden. Der Titel *architecte attaché à la commission des monuments historiques* gilt bei allen Künstlern, die in den mittelalterlichen Stilen arbeiten, für den ehrenvollsten Titel und für die beste Empfehlung. Es heifst: *Fiat experimentum in corpore vili.* Die geschichtlichen Denkmäler sind aber ohne Ausnahme zu werthvoll, als dafs auch nur eines als Versuchsobject einem für diesen Zweck nicht ganz besonders befähigten und vorgebildeten Architekten ausgeliefert werden dürfte. Die Mängel dieses Systems, die aber nicht in dem Grundgedanken, sondern nur in der Centralisation der Mehrzahl der Architekten in Paris liegen, werden später noch zu berühren sein.

IV. Einrichtungen und Sammlungen der commission des monuments historiques.

1. Unter den Einrichtungen und Arbeitsmitteln der Commission stehen an erster Stelle das Denkmälerarchiv und die Bibliothek, die in den der Commission zugewiesenen Räumen im Ostflügel des *Palais royal* untergebracht sind. Es ist hier in dem zweiten Stockwerke des von der *direction des beaux-arts* eingenommenen Flügels eine ganze Flucht von Zimmern für diese Zwecke bestimmt, die zur Zeit vollständig gefüllt sind. Selbst die Wände des Sitzungssaales sind ganz mit Bücherschränken besetzt; an den Sitzungssaal stofsen unmittelbar die Geschäftszimmer des *secrétaire* und des *archiviste-bibliothécaire*.

Das Archiv der Commission umfafst das ganze schriftliche wie zeichnerische und Aufnahmenmaterial. Für jedes der classirten Denkmäler ist eine eigene Abtheilung angelegt; die Acten, Berichte, Gutachten, Anschläge usw. werden nicht nach deutscher

68) Henri Révoil, *Architecture romane du midi de la France*, 3 Bde., Paris 1873.

Bureausitte geheftet, sondern liegen in Umschlägen in grofsen Pappkästen, die gewöhnlich nur ein einziges Denkmal oder mehrere Denkmäler eines einzigen Ortes enthalten. Diese Form ist hier entschieden vorzuziehen, da frühere Gutachten und Berichte fortwährend von den *inspecteurs généraux* und den Mitgliedern der Commission einzeln begehrt werden. Da alles Material seit dem Jahre 1838 hier vereinigt liegt, hat sich natürlich über die gröfseren Wiederherstellungsarbeiten allmählich eine eigene kleine Registratur angesammelt.

Werthvoller noch ist das Material an zeichnerischen Aufnahmen. Für jedes einzelne der classirten Denkmäler liegen Abbildungen vor, über jede einzelne Ausbesserung und Wiederherstellungsarbeit ist in sorgfältigen Zeichnungen Rechenschaft gegeben. Von allen gröfseren Denkmälern sind vollständige Aufnahmen vorhanden, in allen Schnitten, Rissen und Ansichten mit einer Fülle von Details. Es gilt als Regel, dafs dem Wiederherstellungsentwurfe die Aufnahme des Denkmals in dem gleichen Mafsstabe im Zustande vor der Wiederherstellung gegenüber gestellt wird. Bei den neueren Wiederherstellungsarbeiten wird das Denkmal photographisch vor und nach der Veränderung aufgenommen, wobei genau der gleiche Standpunkt eingehalten wird. Diese doppelten Aufnahmen werden der Commission nach Abschlufs der Arbeiten noch einmal vorgelegt. In den Zeichnungen ist ein auch nach der kunstgeschichtlichen Seite ganz unschätzbares Material niedergelegt. Für die bedeutenderen Denkmäler sind vollständige zeichnerische Monographieen vorhanden. Die älteren Aufnahmen sind noch etwas mager und dünn, dann aber folgen die prachtvollen grofsen Aufnahmen von Viollet-le-Duc, Ruprich-Robert, Questel, Boeswillwald, Révoil, welche liebevolle Behandlung und peinliche Gewissenhaftigkeit mit künstlerischer Auffassung und einer grofszügigen Verve aufs glücklichste vereinigen. Die französischen Architekten haben noch heute jene vielleicht etwas altmodische Art des Colorirens beibehalten gegenüber der in Deutschland eingerissenen oft so harten und gleichsam nur für die phototypische Vervielfältigung bestimmte Federzeichnungs-Technik.

Neben den Zeichnungen ist dann eine Fülle von Photographieen vorhanden, die in einer langen Reihe schwerer Foliobände vereinigt sind, nach Départements geordnet und handlich aufgestellt, sodafs über jede auftauchende Vorfrage bei den Verhandlungen der Commission sofort umgehend Auskunft gegeben werden kann.

An zeichnerischen Aufnahmen waren schon im Jahre 1873 über 8000 vorhanden, heute sind es über 12000. Auf den Weltausstellungen in Wien im Jahre 1873 und in London im Jahre 1874 waren eine Reihe der schönsten Zeichnungen in eigenen Abtheilungen ausgestellt und erregten schon damals die allgemeine Bewunderung.[69]

Ein Theil dieses kostbaren Materials, 43 Denkmäler mit 237 Tafeln, in mustergültigem Kupferstich ausgeführt, ist in den Jahren 1855 bis 1872 veröffentlicht worden in vier Foliobänden unter dem Titel: *Archives de la commission des monuments historiques.* Es sind zum Theil vollständige Monographieen: die Befestigung von Carcassonne ist in 29 Tafeln von Viollet-le-Duc, Notre-Dame de Laon in 7 Tafeln von Boeswillwald aufgenommen.[70] Die Veröffentlichung kostete der französischen Regierung die Kleinigkeit von 400000 Fr., die Höhe der Kosten verhinderte wohl eine Fortsetzung. Augenblicklich wird eine zweite Reihe geplant, bei der die Zeichnungen in Heliogravure vervielfältigt werden sollen. Herausgeber sind de Baudot und Perrault-Dabot. Die Kosten für 5 Bände mit je 100 Tafeln werden sich auf 250000 Fr. belaufen: diesmal aber ist ein Verleger für das Unternehmen gewonnen, sodafs von der Commission nur die Hälfte, 125000 Fr., zu decken ist.

Die Bibliothek der Commission umfafst zur Zeit über 3000 Nummern. Sie bezieht sich ausschliefslich auf die Kunstgeschichte und Denkmälerkunde Frankreichs. Vertreten sind neben den allgemeinen Sammel- und den gröfseren Vorlagewerken vollständige Serien aller wichtigen archäologischen und historischen Zeitschriften Frankreichs und vor allem die sämtlichen Monographieen über die mittelalterlichen Denkmäler des Landes, darunter auch eine Menge von Werken und Veröffentlichungen, die gar nicht im Buchhandel erschienen sind. Die Bibliothek ist heute zugleich die beste Büchersammlung für die mittelalterliche Kunstgeschichte Frankreichs.[71]

Seit der Vervollkommnung der Photographie sind die photographischen Aufnahmen natürlich mehr und mehr in den Vordergrund getreten. Die Commission hat seit dem Jahre 1883 mit einem ausgezeichneten und geschickten Photographen, M. Mieusement, einen Vertrag abgeschlossen, um gleichmäfsige Aufnahmen der Denkmäler zu erhalten. Da die Erfahrung sie belehrt hat, dafs ein Privatphotograph doppelt so viel und halb so theuer arbeitet wie ein festangestellter Beamter, der sich nur für seine Bureaustunden für verpflichtet hält, hat sie einen geschäftsgewandten Privatphotographen angenommen, der durch die Gewinnbetheiligung schon zum äufsersten Eifer veranlafst und der zugleich durch den Wettbewerb mit den anderen Photographen gezwungen ist, möglichst vollkommene Blätter zu liefern und sein Verfahren fortgesetzt zu verbessern. Man sieht in Frankreich nichts der Würde des Ministeriums Widersprechendes darin, dafs diese Aufnahmen in der im Buch- und Kunsthandel üblichen Form angezeigt und vertrieben werden, wodurch die Abnehmerzahl vermehrt wird, die Herstellungskosten vermindert werden.

M. Mieusement und M. Robert, der ihm seit 1894 nachgefolgt ist, haben bis jetzt über 10000 photographische Aufnahmen aller wichtigen Denkmäler Frankreichs mit einer Fülle von Einzelheiten angefertigt, jedes Blatt 40 × 30 cm grofs. Ein eingehender im Buchhandel verbreiteter Katalog, der alle paar Jahre neu aufgelegt wird, verzeichnet die Aufnahmen in alphabetischer Folge mit knapper, aber ausreichender und genauer Kennzeichnung des Gegenstandes. Der Katalog ist in den Händen aller Interessenten, die auf diese Weise ebenso bequem wie in Italien bei Alinari, Anderson, Brogi ihren Photographieenbedarf

69) Die ausgestellten Blätter sind in den Katalogen der französischen Abtheilungen von 1873 und 1874 aufgeführt. Die eingehenden Erläuterungen und Berichte dazu, die zum Theil außerordentlich werthvolles Material enthalten, sind veröffentlicht für Wien bei du Sommerard, *Les monuments historiques de France à l'exposition universelle de Vienne*, Paris 1876. p. 33—290, für London in dem Bericht von M. Baumgart über die *Monuments historiques* (*Expositions internationales, Londres 1874. France, commission supérieure.* Rapports p. 65—180).

70) *Archives de la commission des monuments historiques, publiées par ordre de son excellence M. Achille Fould ministre d'état 1853—1872.*

71) Ein genaues Verzeichnifs, zugleich eine vortreffliche Bibliographie giebt A. Perrault-Dabot, *Catalogue de la bibliothèque de la commission des monuments historiques*, Paris 1895.

decken können.[72]) Wer jemals erfahren hat, welche Schwierigkeiten es in Deutschland macht, auch nur von den bekanntesten Denkmälern hinreichend scharfe und grofse, sowie einigermafsen preiswerthe Aufnahmen für Studienzwecke aller Art zu erwerben — fehlen doch von den meisten mitteldeutschen Bauwerken gröfsere Aufnahmen überhaupt ganz —, wird die aufserordentliche Bequemlichkeit, die in dieser Einrichtung liegt, und den Nutzen, den sie der Kunstforschung und der Denkmalpflege bringt, leicht ermessen.

Die Kosten für das Material (Trockenplatte, Entwicklung usw.) betragen etwa 2 Fr. für die Platte; die Commission bezahlt für die Aufnahme 20—25 Fr. Die Blätter werden für den geringen Preis von 1,50 Fr. aufgezogen in den Handel gebracht; jedes öffentliche Etablissement oder Institut, das sich an die Verwaltung wendet, erhält sie zu einem Vorzugspreise. Für jeden verkauften Abzug hat der Photograph einen bestimmten Betrag an die Commission abzuführen. Da eine ganze Reihe der von dieser bestellten Aufnahmen auch von Anstalten aller Art, technischen und Kunstschulen, Bibliotheken, Museen, sowie von Archäologen und Künstlern sofort begehrt werden, da die neuen Aufnahmen rasch bekannt gemacht, in der Provinz selbst vertrieben werden, und da auf diese Weise Abnehmer gesammelt werden, vermindern sich zugleich die der Commission erwachsenen Kosten rasch. Auf einen gröfseren Aufwand an Menschenkräften wird natürlich hierbei verzichtet, dem beauftragten Photographen mufs selbst daran liegen, die Kosten für den Betrieb zu vermindern. Auch das ist ein Vortheil dieses halb privaten Betriebes. Die Aufnahmen sind zum grofsen Theil vortrefflich, wenn der Photograph auch nicht über das Wetter gebietet und bisweilen bei trübem Himmel zu arbeiten gezwungen ist. Dazu kommt eine geschmackvolle Aufnahme und geschickte Wahl des Standpunktes, die den meisten Blättern auch bei Nichtfachleuten Liebhaber und Abnehmer sichern. Natürlich haben die französischen Architekten und die Architekten der Commission in erster Linie von je die Photographieen als Anhalt und Controle bei dem Auftragen architektonischer Aufnahmen benutzt, wenn auch das eigentliche Mefsbildverfahren nicht geübt wird. Dafür trösten sie sich auch nicht mit der trügerischen Hoffnung, dafs man je einen verschwundenen Bau nach blofsen Photographieen werde wieder aufführen können.

Aufser den auf diese Weise von Mieusement und Robert hergestellten Blättern enthält das Archiv der Commission nun noch eine ganze Anzahl weiterer Photographieen, zumal von Details, Aufnahmen von den beschäftigten Architekten selbst, von anderen französischen Anstalten, Ansichten ausländischer Denkmäler als Vergleichsmaterial, sodafs sich die Zahl der Photographieen im Archiv auf etwa 16000 beläuft. Neben dieser im Palais Royal aufbewahrten, zunächst für die Generalinspectoren, die Architekten und Mitglieder der Commission bestimmten Photographieensammlung besteht dann noch eine zweite ähnliche Sammlung im Trocadéro.

2. Die zweite noch mehr an die Oeffentlichkeit tretende Einrichtung und Schöpfung der Commission ist die **Abgufssammlung im Trocadéro**. Das *Musée de sculpture comparée* ist eine der letzten Schöpfungen Viollet-le-Ducs, nach langem Widerstande auf Grund der von ihm zuletzt unter dem 11. Juni und 12. Juli 1879 aufgestellten Programme erst nach dem Tode des grofsen Architekten (Viollet-le-Duc starb am 17. September) am 4. November 1879 durch ein Decret des Unterrichtsministers begründet und am 28. Mai 1882 eröffnet. Der wunderliche Name — „Museum für vergleichende Plastik“ würden wir sagen — bedarf der besonderen Begründung. Heute, drei Lustra nach der Eröffnung, wo niemand mehr an der Zweckmäfsigkeit dieser Sammlung zweifelt, wo die glänzende Ausbildung der französischen monumentalen Plastik zumal im 12. und 13. Jahrhundert sich in dem nationalen Gewissen festgesetzt hat, will uns die Fabel von dem Widerstand, auf den damals Viollet-le-Duc stiefs, fast unglaublich dünken. Der Verwaltung der schönen Künste darf man die Gleichgültigkeit schon verzeihen, schwer den bewufsten und stummen Widerstand der Direction der nationalen Museen und vor allem der Akademie der schönen Künste.

Viollet-le-Duc hatte in seinen Denkschriften eine Rehabilitirung der mittelalterlichen französischen Monumentalplastik gewollt und er suchte das in seinen praktischen Vorschlägen durchzuführen durch die kühnste Gegenüberstellung, die je gewagt worden war. Nach seiner Theorie entwickelt sich bei allen hochcivilisirten Völkern die Plastik in drei Stufen — der Epoche der Naturnachahmung, der hieratischen Epoche und der Epoche der Befreiung und der Vervollkommnung. Nicht alle Völker erfüllen diesen Kreislauf, aber innerhalb der einzelnen Perioden finden sich verblüffende Aehnlichkeiten zwischen den plastischen Leistungen der einzelnen Völker. Also stelle man neben die archaische Kunst der Griechen die archaische der Franzosen — und man wird sehen, dafs sie den Vergleich wohl aushält. Diese kriegerische und herausfordernde Fassung des Programms war es vor allem, die dem Unternehmen Feinde erweckt hatte. Wie geistreich die Theorie auch war, mit wie viel leidenschaftlicher Beredsamkeit sie vorgetragen wurde, — es war nur zu selbstverständlich, dafs sie an der Verwirklichung zerschellte. In den ersten Sälen hat man den Versuch gemacht: der Versuch ist mifsglückt, mifsglückt wenigstens in den Augen des Publicums, auch des mit künstlerischem Auge sehenden Publicums, dem zunächst nur die starken Verschiedenheiten auffallen, nicht das Gemeinsame und Verbindende, das weniger in dem äufserlichen Stil, als in dem inneren Gesetz liegt, unter dem das Kunstwerk geboren wurde. Die assyrischen Basreliefs und die Portalsculpturen von Moissac, der hölzerne Schêkh-el-Beled aus dem Gizehmuseum, und die Figuren von Vézelay, der Statue des Mausolus aus dem Britischen Museum und die grofsen Propheten von Reims und Amiens stehen zunächst unvermittelt neben einander. Man erträgt sie gern und zumal die italienischen und deutschen Werke in den nächsten Sälen, die doch wenigstens gleichzeitig sind; aber der Werth der Sammlung liegt nicht in diesem fast vergessenen gewollten Vergleich. Es ist wohl Pietät gegen Viollet-le-Duc, mit dessen Namen die ganze Schöpfung verknüpft ist, und dessen Testament man hier ausführte, die den unverständlichen Namen beibehalten liefs — aber nicht als *musée de sculpture comparée*, sondern als *musée de sculpture française* hat die Sammlung gewirkt.[73])

72) *Ministère de l'instruction publique et des beaux-arts. Archives de la commission des monuments historiques. Catalogue des photographies publiées par Paul Robert — 16 rue de la Tour* — Paris 1897.

73) Viollet-le-Duc, *Rapports des 11. juin et 12. juillet 1879.* — Gegen diese einseitige und gefährliche Auffassung der Sammlung wendet sich Louis Gonse, *Le musée des moulages au Trocadéro: Gazette des beaux-arts*, 2. pér. XXVI, 1882, p. 60. Vgl. auch

Das Museum ist in den beiden Flügeln des gewaltigen *Palais du Trocadéro* untergebracht, das Davioud und Bourdais für die Ausstellung von 1878 errichtet hatten. Die Riesenräume, die hier zur Verfügung standen — die beiden halbkreisförmigen Flügel besitzen zusammengesetzt eine Gesamtausdehnung von 300 m —, haben nicht unwesentlich die rasche Ausdehnung der Sammlung beschleunigt. Die Weltausstellungen, bei denen man den müden Besucher schon durch die Gewaltigkeit der ausgestellten Gegenstände festzuhalten suchen mufste, haben das übrige dazu gethan: im Jahre 1889 war der östliche Flügel ganz gefüllt, im Jahre 1900 wird es auch der westliche sein.

Frankreich ist mit der Herstellung solcher Riesenabgüsse nicht vorangegangen; schon auf der ersten Londoner Weltausstellung vom Jahre 1851 waren die ersten grofsen Schaustücke vertreten gewesen. Dann hatten die Engländer, zumal für die Ausstellungen von 1871 und 1874 eine Fülle von einzelnen Denkmälern auf dem Continent formen lassen. Die Sammlung von Abgüssen im Krystall-Palast zu Sydenham, und im South Kensington Museum, deren Anfänge schon in die Jahre 1854 und 1857 zurückgehen, wurden damals rasch vergröfsert.

Bei dem Abformen plastischer Werke auf französischem Boden hatte die *commission d. mon. hist.* die Bedingung gestellt, dafs je ein Abgufs ihr verbleibe. England hatte für mehr als 100 000 Fr., Abformungen herstellen lassen — aber die vertragsmäfsig der Commission überwiesenen Abgüsse gingen langsam zu Grunde in den Depôts, in denen sie von einer Ecke in die andere gestofsen wurden.

Erst mit dem Jahre 1877 beginnt die Arbeit des eifrigen und programmmäfsigen Abformens. Die langen Galerieen verlangten nach Gliederung. Keine einfachere Lösung, wie die, hier einzelne der grofsen Portale einzufügen — und nichts von überwältigenderer und überraschenderer Wirkung. Die Puerta de la Gloria aus der Kathedrale zu Santiago, das erste mächtige Portal, das in dieser Weise geformt worden war, war in London an einer Wandfläche aufgestellt — hier schritt man durch die Portale und durch die Reihen der Jahrhunderte einfach hindurch.

In dem (älteren) Ostflügel sind so hintereinander die grofsen Portale der Kathedrale von Autun, von St. Lazare in Avallon, von St. Madelaine in Vézelay, von Notre Dame du Port zu Clermont-Ferrand, von den Cathedralen in Bourges und Beauvais, kleinere von den Cathedralen in Chartres, Reims, Amiens, Laon aufgestellt, eine Reihe grofse Figuren von Amiens, Chartres, Reims, Bourges, Sens mit den Pfeilern, Consolen und Baldachinen aufgebaut, als weitere Hauptstücke die Thüren von St. Maclou in Rouen, der Mosesbrunnen von Dijon, die Chorstühle von Amiens, die Krönung des grofsen Portals vom Herzogspalast in Nancy, der prachtvolle Lettner aus der Kathedrale von Limoges. Weiter 38 Grabdenkmäler, darunter das eine ganze Wand füllende Hochgrab des Louis de Brézé in der Kathedrale von Rouen, das Hochgrab des Herzogs Franz II. von der Bretagne und der Marguerite de Foix von Michel Colomb in der Kathedrale zu Nantes, die Fontaine de Beaume-Semblançay in Tours, Girardons entzückendes Nymphenbad vom Nordparterre im Parke von Versailles. Endich 16 grofse Tympana von romanischen und gothischen Portalen und eine Reihe von Theilen solcher, 70 einzelne lebensgrofse und überlebensgrofse Figuren.

In dem (jüngeren) Westflügel, der z. Z. noch nicht vollständig gefüllt ist, die grofsen Portale von St. Pierre d'Aulnay, St. Pierre de Moissac, von der Abteikirche zu Carennac, der Kathedrale von Rouen, der Abeiktirche in Charlieu, von St. Urbain in Troyes, der Kirche zu St. Gilles, das Portal an der tour de la grosse-horloge in Rouen, das Renaissanceportal in Oyron.

Mit den Portalen allein hat man sich gar nicht begnügt: von Moissac sind die anstofsenden Mauern der Vorhalle mit abgeformt und die weiteren grofsen Abgüsse: der Lettner aus der Kathedrale zu Rodez, die Façade vom Hôtel de l'Escoville in Caen, der Porticus vom Hôtel Bernuy in Toulouse, die beiden Fontainen aus Rouen und Nancy sind gleichsam selbständige Gebäude. Hier und in den übrigen Prunkstücken dieser Abtheilung, dem Kamin aus dem Justizpalast und den Grabdenkmälern Karls des Kühnen und der Maria von Oesterreich aus Notre-Dame in Brügge hat auch die Kunst und die technische Geschicklichkeit des Formers ihr höchstes erreicht. Auch hier eine grofse Reihe von Einzelfiguren und kleineren Denkmälern. Am Schlufs sei die sehr bedeutende Sammlung von ornamentalen Details: Capitellen, Säulenschäften, Basen, Friesen genannt, die die vollständige Entwicklung der Ornamentik durch drei Jahrhunderte giebt.

Es braucht gar nicht erst hervorgehoben zu werden, wie grofs der praktische und wie grofs der moralische volkserziehliche Erfolg dieser Schöpfung gewesen ist. Es ist eine ganz neue Offenbarung von der Gröfse und Macht der französischen Kunst, die jedem Besucher hier zu Theil wird. Der feierliche, starre Ernst und die ruhige Erhabenheit dieser frühen Plastik, dann das Stolze, Aristokratische, Liebenswürdige, Naive der freien gothischen Sculpturen gehen hier dem Beschauer mit Blitzesschnelle auf. Die historische Schätzung ganzer Perioden ist durch diese Zusammenstellung erst bestimmt worden — auch auf die kunstgeschichtlichen Studien hat sie unendlich befruchtend gewirkt: dafs eine Thätigkeit wie die Courajods, dafs Untersuchungen auch deutscher Gelehrter, wie Vöges, ohne das Trocadéromuseum schwerlich begonnen worden wären, braucht kaum betont zu werden. Der praktische Zweck liegt ebenso auf der Hand: das langsame Gewöhnen des Auges an ein wirklich intimes Verständnifs der mittelalterlichen Formensprache. Die Wirkung zumal der ornamentalen Vorbildersammlung läfst sich am besten an den letzten ausgeführten Wiederherstellungsarbeiten ablesen.

Die Abgüsse sind durchweg in Masse hergestellt, in hart angemachtem Gips, in den innen oder auf der Rückseite ein dünnfaseriger Stoff, Bast und Hanf, eingedrückt wird. Das giebt einmal den gröfseren Stücken eine weit bedeutendere Haltbarkeit und ermöglicht dann die Herstellung verhältnifsmäfsig dünner und vor allem leichter Wandungen — ein Verfahren, das längst schon von den kleinen italienischen Formern in Paris adoptirt ist. Die Abgüsse sind graugelb, mit leichten Verschiedenheiten, je nach der Art des Gegenstandes, getönt, und zwar wird schon die Masse gefärbt. Man huldigt hier nicht der geschmacklosen Mode, Gipsabgüsse mit allen Nähten aufzustellen, was im Grunde doch ebenso unsinnig ist, als Broncen unciselirt, mit den Couloirs, Windpfeifen und Nähten stehen zu lassen. In deutschen Sammlungen pflegt man ja mitunter nicht nur die Nähte, sondern die ganzen überstehenden Gips-

Marius Vachon, *Le musée de la sculpture comparée au Trocadéro: Gazette des Beaux-Arts* 2. pér. XXI, p. 87. Ueber die Abgufssammlung in der *École des Beaux-Arts*, die eine Ergänzung zu der im *Trocadéro* giebt, Eug. Müntz in der *Gazette des Beaux-Arts* 3. pér. III, p. 273; IV, p. 30 und L. Peisse in der *Revue des deux mondes* vom 15. October 1840.

schwarten, die man schon mit dem Finger abbrechen kann, ehrfurchtsvoll zu conserviren. Es ist selbstverständlich, dafs eine plumpe und ungeschickte Hand die Nähte nicht abnehmen darf. Das Ueberstehen einer Stückform über die andere, was ein späteres Verschleifen der Fläche und damit eine Verminderung der Schärfe bedingen würde, darf eben bei guten Abgüssen gar nicht vorkommen.

Mit dem Abgufsmuseum ist nun gleichzeitig noch eine Sammlung von Photographieen und graphischen Nachbildungen aller Art und eine Handbibliothek, die vor allem die grofsen französischen Abbildungswerke sämtlich umfafst, verbunden. Die Sammlung von photographischen Aufnahmen ist für das Studium freigegeben, während die im Bureau der Commission befindliche zunächst zum Handgebrauch für die Beamten der Commission geschaffen ist. Es sind über 20000 Photographieen hier vorhanden, die in grofsen Bänden zusammengestellt sind; darunter ein vollständiges Exemplar der rund 10000 von Mieusement und Robert angefertigten Aufnahmen.

Weiterhin umfafst diese Abtheilung die wundervolle Sammlung von den 1500 Zeichnungen Viollet-le-Ducs[74]), seinen ganzen Nachlafs, alles grofse Aufnahmen aus Frankreich und Italien, darunter einzelne Serien, die vollständige zeichnerische Monographieen darstellen (für Notre-Dame in Paris 143 Blatt, für die Kathedrale in Clermont 80 Blatt, für St. Sernin in Toulouse 45, weiterhin für die Kathedrale in Reims, die Abteikirchen in St. Denis und Vézelay).

Zum Schlufs wird hier noch eine Sammlung aufbewahrt, die ein ganz hervorragendes kunstgeschichtliches Interesse beansprucht: eine Sammlung von Copieen der französischen Wandmalereien. Alle wichtigeren Wandmalereien sind auf das sorgfältigste in Aquarell- und gelegentlich in Gouachetechnik aufgenommen, die zuletzt angefertigten Blätter mit Benutzung der Photographie, mustergültige Copieen, die die Zeichnung genau, Ton und Stimmung auf das treueste treffen und mit Raffinement den augenblicklichen Zustand ohne Beschönigung aber auch ohne Uebertreibung wiedergeben.[75]) Die Sammlung beginnt schon im J. 1847: aus diesem Jahr stammt eine eingehende Copie der Wandmalereien in der Chapelle du Liget (Indre-et-Loire) von Verdier. Dann folgen grofse Aufnahmen der Wandmalereien im St. Philibert zu Tournus, in der Kirche zu Poncé (Sarthe), zu St. Jacques-les-Guérets (Loir-et-Cher), in Notre-Dame du Tertre zu Châtelandren (Côtes du Nord), in der Kirche zu Saint-Loup de Naud (Seine-et-Marne); auch späte und reiche Decorationen sind aufgenommen wie die Malereien in der Galerie Henri II. im Schlofs zu Oyron (Deux-Sèvres) und im Palais Mazarin zu Paris. Die besten Copieen sind von Lameire, Laffillée, vor allem aber von Ypermann, einem der 40 von der Commission angestellten geprüften Künstler, dessen besonderes Fach die Aufnahme mittelalterlicher Malereien ist.[76]) Im ganzen sind über 50 verschiedene Wandgemäldecyklen bis jetzt aufgenommen. Das werthvollste Material für die Geschichte der mittelalterlichen Malerei in Frankreich ist hier aufgespeichert, seine wissenschaftliche und künstlerische Ausnutzung ist nur eben erst versucht worden.[77]) Freilich ist die Sammlung noch weit entfernt vollständig zu sein: auch hier liegt für den Kunstgelehrten unter den Generalinspectoren noch ein reiches Arbeitsfeld vor.

Im Jahre 1893 waren die meisten dieser Copieen in der *école des beaux-arts* bei der Ausstellung der französischen Malerei vom 12. bis 15. Jahrh. vereinigt; eine weit glänzendere Vorführung plant aber die Commission für die grofse Weltausstellung von 1900. Der Westflügel des Trocadéro, der dann mit grofsen Abgüssen ganz gefüllt sein wird, wird zugleich eine lange Sonderausstellung der Copieen der Wandmalereien und daneben noch von solchen der mittelalterlichen Glasmalereien neben älteren originalen Glasmalereien selbst enthalten.

An der Spitze des Museums stand bis zu seinem vor wenigen Jahren erfolgten Tode M. Geoffroy-Dechaume, der Bildhauer, von dem man im Luxembourg die Bérangermaske bewundert, der den gesamten plastischen Schmuck der Kathedrale von Laon neu geschaffen hatte. An seine Stelle ist M. Edmond Harancourt getreten, den man in Paris als den Dichter der *passion* kennt, ein zweiter Chateaubriand — aber vielleicht wäre ein Bildhauer oder ein Archäolog hier doch mehr am Platze gewesen als ein Poët. Unter ihm stehen ein Secretär (z. Z. M. Roussell), der zugleich die Bibliothek und die Vorbildersammlung verwaltet, und acht *gardiens* mit einem *brigadier* an der Spitze.

Für die Anfertigung der Abgüsse ist im Budget nichts ausgeworfen; die Kosten werden für jeden einzelnen Abgufs von der Commission aus deren Mitteln bewilligt. Die Herstellungskosten sind natürlich ziemlich beträchtliche: die Abformung des grofsen Lettners von Limoges, der einen Seite des Justizpalastes in Brügge mit dem Kamin, wohl der beiden kostbarsten Stücke, kostet rund je 20000 Fr. Die sämtlichen Stückformen werden aufbewahrt, sie lagern, zu unförmlichen Massen

74) Verzeichnifs im *Catalogue des moulages de sculpture*, p. 141—146. Hundert der schönsten Blätter sind in Heliogravure veröffentlicht unter dem Titel: *Compositions et dessins de Viollet-le-Duc, publiés sous le patronage du comité de l'œuvre du Maître*, Paris 1884. Die Zeichnungen für die beiden *Dictionnaires* sind in den Händen des Verlegers geblieben.

75) Einige der Blätter (die Aufnahmen der Malereien in St. Jean zu Poitiers) sind schon in den *Archives de la commission des monuments historiques* veröffentlicht. Von gröfseren Cyklen war nur der in St. Savin eingehend durch Mérimée (*P. Merimée et De Noël, Monographie de St. Savin*) veröffentlicht worden; aufserdem lagen im *Bulletin monumental*, im *Bulletin de la société des antiquaires de l'Ouest*, im *Bulletin de la société archéologique du Vendômois*, in den *Mémoires de la société archéologique de la Touraine*, dem *Bulletin de la société archéologique et historique du Limousin*, dem *Bulletin de la société archéologique du midi de la France*, endlich im *Ami des monuments* einzelne Veröffentlichungen und kleinere Proben vor. Eine Zusammenstellung von geschickt ausgewählten Proben, die freilich mehr für den praktischen Künstler als für die wissenschaftliche Forschung geeignet ist, gaben mit Benutzung der in den Archiven der Commission enthaltenen Schätze im Jahre 1891 P. Gélis-Didot et H. Laffillée, *La peinture décorative en France du XIe au XVIe siècle*, Paris 1891. — Zu vergleichen auch H. Laffillée, *La peinture murale en France avant la renaissance, conférence faite à l'école nationale des beaux-arts*, 1894; P. de Laubalère, *La peinture décorative en France du XIe au XVIe siècle: L'autorité 13. mai 1893.* — Im übrigen ist nur auf den Abschnitt bei Paul Mantz, *La peinture française du IXe siècle à la fin du XVIe*, und bei L. Gonse, *L'art gothique*, zu verweisen. Eine Aufzählung aller wichtigen Reste der Malerei, wie sie für England C. E. Keyser in *A List of buildings in Great Britain and Ireland having mural and other painted decorations of dates prior to the latter part of the sixteenth century*, London 1883, und für Dänemark Magnus-Petersen, *Beskrivelse og afbildninger af kalkmalerier i danske kirker*, Kopenhagen 1895, bieten, besitzt Frankreich leider nicht.

76) Im Salon der *champs elysées* von 1897 erregten seine farbigen Copien der Wandmalereien in der Kirche zu Peripleptos in Mistra (Griechenland) berechtigtes Aufsehen.

77) Die Sammlungen der Départements haben nur wenig Material zur Ergänzung aufzuweisen: Das Museum in Tours die Copien der Wandmalereien des 11. Jahrhunderts in Rivières von L. de Galembert, das Museum zu Orléans Copien der aus dem Anfang des 12. Jahrhunderts stammenden Wandmalereien in Saint-Gilles de Montoire von J. J. Jorand.

zusammengelegt, wohlgeordnet in den riesigen Untergeschossen der beiden Flügel. Die Formerei, die unter der Leitung von M. Pouzadoux steht, hat das Recht, auf eigene Rechnung weitere Abgüsse zu verkaufen und zahlt dafür der Commission nur 30 vom Hundert. In den letzten Jahren sind auf diese Weise nach London, Liverpool, Brüssel, New-York, Chicago, Boston gröfsere Partieen von Abgüssen geliefert worden.

Der *Catalogue des moulages de sculptures* führt im Ostflügel (der allein fertig inventarisirt ist) 1259 Nummern auf. Die verkäuflichsten der Abgüsse selbst sind in dem *Catalogue des moulages en vente* zusammengestellt. Ein wissenschaftlicher Katalog, mit guten Lichtdrucken, der durch die vollständigen Litteraturnachweise und die beigebrachten Urkunden zugleich eine ausgezeichnete Materialiensammlung für die Geschichte der Plastik dieser Zeit ist, ist leider nur für das 14. und 15. Jahrh. vorhanden.[78]) Da von den Autoren Courajod todt und Marcou durch seine Thätigkeit als *inspecteur général* voll in Anspruch genommen ist, ist vor der Hand auch keine Aussicht auf eine Fortsetzung. Dafür ist ein *Album du musée de sculpture comparée* unter der Leitung von Marcou erschienen, das in fünf Mappen Nachbildungen der wichtigsten Abgüsse vereinigt.

Die Gesamtkosten für die Vermehrung des Museums werden dadurch immerhin in etwas vermindert.

In den letzten 13 Jahren sind für das Museum im ganzen aufgewandt worden:

	Für Personal und Unterhaltung: Fr.	Für Abgüsse: Fr.
1884	10 500	44 650
1885	40 800	42 000
1886	30 000	65 500
1887	23 000	60 980
1888	21 500	17 100
1889	28 600	55 540
1890	34 700	75 600
1891	40 300	93 400
1892	42 300	63 250
1893	45 100	4 600
1894	50 000	37 700
1895	50 000	2 600
1896	50 000	12 500
	466 800	575 420

Mit dem Museum ist endlich noch eine Einrichtung verbunden, wie sie seit Jahren schon an den übrigen staatlichen Sammlungen besteht, wie sie bereits Mérimée ersehnt hatte: ein Curs für mittelalterliche und Renaissancearchitektur in Frankreich. Die Vorlesungen finden in dem grofsen Eckpavillon des Ostflügels, der zugleich die Bibliothek und die Photographieensammlung birgt, in dem Mittelsaale statt, in dem die Marmorbüste Viollet-le-Ducs steht. Der Curs ist de Baudot übertragen, der als einer der Nachfolger Viollet-le-Ducs in dem Amte als *inspecteur général des édifices diocésains* in seinem Geiste hier weiter lehrt. Die Vorlesungen sind freilich ziemlich kurz: sie finden nur in dem Wintersemester vom November bis März einmal die Woche statt. Die Abbildungen werden dabei mittels des Skioptikons vorgeführt, das hier schon längst im Gebrauch war, als es für den kunstgeschichtlichen Unterricht in Berlin entdeckt wurde. Der Curs im Trocadéromuseum ist zugleich eine erwünschte Ergänzung der Vorlesungen in der *école du Louvre* und in der *école des chartes*.

3. Das Clunymuseum ist herausgewachsen aus der Sammlung, die Alexandre du Sommerard, der Verfasser der ‚*Arts au moyen âge*' in der ersten Hälfte des Jahrhunderts zusammengebracht hatte. Das entzückende Hôtel de Cluny, das am Ende des 15. Jahrh. die Cluniacenser-Aebte Jean de Bourbon und Jacques d'Amboise auf den Trümmern des römischen Kaiserpalastes aufgeführt hatten, unmittelbar angelehnt an die riesigen römischen Thermen, war nur dadurch vor der Zerstörung gerettet worden, dafs es du Sommerard wählte, um in ihm seine Schätze aufzustellen.[79]) Bei dem Tode des unermüdlichen Sammlers im Jahre 1842 entschlofs sich die Regierung, die ganze kostbare Sammlung zu erwerben. Die Erben wiesen die glänzendsten Angebote, zumal aus England, zurück und entschlossen sich, für die geringe Summe von 200000 Fr. das Hôtel wie die Sammlungen dem Staate zu überlassen, jedoch unter der Bedingung, dafs die Sammlung zusammenbliebe, dafs der Sohn des Schöpfers, M. E. du Sommerard, lebenslänglicher Verwalter werde und dafs die *commission des monuments historiques* die Leitung erhalte.

Der Antrag, der die Uebernahme der Sammlungen befürwortete, wurde von Arago glänzend eingeführt und unter dem 24. Juli 1843 zum Gesetz erhoben. Das Museum erhielt den Titel ‚*Musée des thermes et de l'hôtel de Cluny*' und wurde am 16. März 1844 eröffnet. Das Hôtel selbst wurde sorgfältig wiederhergestellt und mit den Thermen in Verbindung gebracht; im Jahre 1856 begannen die Arbeiten der Niederlegung der anstofsenden modernen Gebäude, die eine dauernde Feuersgefahr darstellten, das Gesetz vom 17. Juni 1857 regelte die Neugestaltung dieses Stadttheiles, und durch die Anlage der Boulevards Saint-Germain und Saint-Michel sind mehr als 5000 qm zu dem alten Garten des Hôtels, der gleichfalls zur Aufbewahrung von Denkmälern dienen soll, hinzugekommen.

Das Museum hat die Bestimmung, einmal die beweglichen Kunstgegenstände aller Zeitabschnitte aufzunehmen — es ist hier im deutschen Sinne Kunstgewerbemuseum und Alterthumsmuseum zugleich. Freilich ist es dem Charakter als Nationalmuseum untreu geworden: in dieser Beziehung geben das Germanische Museum in Nürnberg, das Bayerische Nationalmuseum in München ungleich vollständigere Culturbilder. Durch dieses Aufgeben des nationalen Charakters ist die Trennung von den Museen des Louvre nicht mehr ganz berechtigt. Das Clunymuseum wetteifert in seiner kunstgewerblichen Abtheilung viel eher mit dem South-Kensington-Museum und den grofsen Sammlungen von Berlin, Hamburg, Wien, als mit dem Kopenhagener, Stockholmer, Nürnberger, Münchener Museum. Dann aber ist es bestimmt, den künstlerisch werthvollen Bruchstücken und Resten älterer geschichtliche Gebäude und den etwa bei gröfseren Wiederherstellungen ausgewechselten und ersetzten Sculpturen und Architekturtheilen ein Unterkommen zu bieten. Die enge Verbindung mit der *Commission d. mon. hist.* bot für solche Vermehrungen die beste Gelegenheit, und diese Verbindung ist immer, auch bei der Neu-

78) *Musée de sculpture comparée. Catalogue raisonné, publié par Louis Courajod et P.-Frantz Marcou*, Paris 1892.

79) Prosper Mérimée, *Notice sur la vie et les travaux d'Alexandre du Sommerard*, abgedruckt im *Catalogue* des Museums von E. du Sommerard, p. 681. — *Le cabinet d'art et d'archéologie de M. du Sommerard: Revue des deux mondes* 1. September 1842. — *Le musée des thermes et de l'hôtel de Cluny, documents publiés par Albert Lenoir*, Paris 1882.

organisation der Verwaltung der schönen Künste, als eine besonders glückliche und fruchtbringende anerkannt worden.[80]) Einmal ist es vom Verwaltungsstandpunkte aus vielleicht ganz klug, nicht alle Sammlungen von der Generaldirection der Museen abhängen zu lassen: es ist so für die kräftige Initiative des Einzelnen ein viel gröfserer Spielraum geschaffen; der auf diese Weise erzeugte Wetteifer wirkt bei der kleineren Museumsverwaltung befruchtend und bei den gröfseren anspornend — Gelegenheit zur Correctur, wenn solche nöthig werden sollte, ist ja immer noch in der gemeinsamen Spitze der *direction des beaux-arts* gegeben. Es ist gar kein Zweifel, dafs dem Clunymuseum gerade seine Sonderstellung zu dem raschen Wachsthum verholfen hat.

Die Commission kann auf diese Weise ohne weiteres aus den im Eigenthum des Staates befindlichen Denkmälern werthvolle Kunstwerke dem Clunymuseum überweisen, ohne dafs dieses einen Sou dafür auszugeben hätte. So ist noch zuletzt der kostbare romanische Retable aus St. Castor in Coblenz, der sich bisher fast unbeachtet in der Sacristei der Abteikirche von St. Denis befand, in das Museum überführt werden. Eine ganze Reihe von Altarwerken, Gemälden, Holzschnitzereien ist auf demselben Wege in den Besitz des Museums gekommen.

Es ist überflüssig, über den Hauptstock der Sammlungen ein Wort zu verlieren.[81]) Das Museum ist mit einer erstaunlichen Raschheit angewachsen; das Inventar wies 1852 erst 2155 Nummern, 1881 schon 10800 Nummern auf. Das Antependium Heinrichs II. aus Basel, die Kronen von Guarrazar, die Goldschmiedearbeiten aus den Sammlungen Soltikoff und Demidoff sind alle innerhalb weniger Jahre erworben worden. Das Museum hat das Glück gehabt, hintereinander drei ganz hervorragende Directoren, zugleich glänzende Namen auf dem Gebiete der mittelalterlichen Archäologie, zu besitzen: erst E. du Sommerard, der von 1843 bis zu seinem Tode 1885 im Geiste seines Vaters die Sammlung hütete und unablässig vermehrte, dann Alfred Darcel, den Herausgeber des *trésor de Conques*, des *Album de Villard de Honnecourt*, der *Notice des émaux et de l'orfèvrerie*, der seit 1857 schon im Museumsdienste gestanden;[82]) endlich nach dessen 1893 erfolgten Tode M. Saglio, der seit 21 Jahren schon in der Verwaltung des Louvre thätig gewesen. Die drei Leiter des Museums waren in erster Linie Directoren, weniger Conservatoren, ihre Sorgfalt wandte sich mehr den rasch zuströmenden neuen Schätzen an kunstgewerblichen Gegenständen zu als den Steindenkmälern und Architekturstücken, denen bestimmungsgemäfs das Museum Unterkunft bieten soll. Diese ganze Abtheilung hat sich in den letzten Jahrzehnten wenig vermehrt. Neben den römischen Votivaltären und den Marmorsäulen des Tempels, auf dessen Ruinen Notre Dame in Paris erbaut ist, sind in den mächtigen Gewölben der Thermen die Portal-Statuen und alle Arten von Bruchstücken von Saint-Germain-des-Prés, von Saint-Jean-de-Latran, von Saint-Benoît, der Collegiatkirche von Cluny und den älteren Denkmälern von Paris aufgestellt, aber die Monumente sind nur zum Theil geschützt und vor dem Untergang gesichert. Eine grofse Zahl ist in den Gartenanlagen zerstreut, mit grofsem Geschick zu den reizvollsten Gruppen vereinigt, von wucherndem Epheu fast ganz verdeckt. Aber für solche künstlerische Garteneffecte, die im Park von Klein-Trianon am Platze sind und Marie Antoinette entzückt hätten, sind die Statuen und Capitelle im Clunymuseum doch zu kostbar. Man hat nicht einmal daran gedacht, sie zu isoliren, um sie in etwas vor der aufsteigenden Grundfeuchtigkeit zu schützen. Heute sind die meisten der im Freien aufgestellten Sculpturen, und die feinsten natürlich zunächst, schon gänzlich zerstört, sodafs auch Tränken mit Kefslerschen Fluaten nichts mehr nützen würde. Gewifs ist die geschickte Vertheilung der Steindenkmäler im Freien in Verbindung mit lebendigem Grün und diese ganze romantische Wildnifs, die Winckelmanns Gönner Passionei ebenso befriedigt hätte wie den Hauptmann in den „Wahlverwandtschaften", ein Hauptverdienst der Museumsverwaltung, und jedes künstlerische Auge ruht gern auf diesen Idyllen aus — aber für diesen decorativen Zweck sind geringere Gegenstände doch auch gut genug, und solcher derberer und gegen die Witterung nicht so empfindlicher Denkmäler gab es doch die Fülle. Die Commission sündigt eigentlich gegen ihre eigenen Grundsätze, wenn sie die hierher geretteten Sculpturen und Architekturstücke jetzt aufs neue dem gewissen Untergange preisgiebt.

Es ist schon gesagt worden, dafs diese letzte Abtheilung in den letzten Jahrzehnten nur einen ganz geringen Zuwachs erfahren hat. Und doch sollte man nach dem raschen Fortschreiten der Wiederherstellungsarbeiten in Frankreich annehmen, dafs solche ausgewechselte Sculpturen in gröfserer Menge angesammelt sein müfsten. Man hat es leider versäumt, hier rechtzeitig Fürsorge zu treffen. Die Direction des Clunymuseums mochte wohl auch dem Zuströmen solcher viel Raum erheischender Stücke mit einiger Unruhe gegenüberstehen. Aber wenn in den Départements- und den städtischen Museen, an sicheren Stellen, in Kreuzgängen und unbenutzten Capellen wiederhergestellter Kirchen kein Raum für solche Reste ist, so müfsten alle werthvollen und vor allem alle kunstgeschichtlich wichtigen Originale, die nun einmal, sei es, dafs ihr Zustand wirklich ihr Verbleiben an Ort und Stelle nicht mehr gestattete, sei es, dafs sie nur der unglücklichen Erneuerungssucht zum Opfer fielen, von dem alten Platze entfernt wurden, in einer der Commission unterstellten Sammlung vereinigt werden. Und der gegebene Ort ist eben hier, schon den Bestimmungen nach, das Clunymuseum. Für die kunstgeschichtliche Untersuchung sind auch die besten Copieen nur zu brauchen, wenn gleichzeitig der Vergleich mit den Originalen möglich ist — der Stein, den die Bauleute verworfen haben, ist noch oft genug zu einem Eckstein kunstgeschichtlicher Erkenntnifs geworden.

Die Verwaltung des Museums ist verhältnifsmäfsig einfach: ein Director, ein Secretär, 18 Gardiens. Das Budget ist sehr gering und reicht natürlich für gröfsere Erwerbungen nicht aus: nur 10000 Fr. im Jahr. Für wichtigere Ankäufe kann aber die Commission wie im Trocadéro-Museum eine besondere Bewilligung machen, und aufserdem kommen zu diesen 10000 Fr. eine lange Reihe von Vermächtnissen und Geschenken. Die stattliche Reihe der Geschenkgeber ist am Schlufs des Kataloges auf einer Art von

80) *Rapport de la commission instituée près du ministère de l'instruction publique et des beaux-arts par arrêté du 3. février 1878, pour préparer un projet de réorganisation des services administratifs des beaux-arts.*

81) *Musée des thermes et de l'hôtel de Cluny. Catalogue et description des objets d'art exposés au musée par E. du Sommerard*, Paris 1883, wissenschaftlicher Catalog mit historischer Einleitung. — Vgl. Marius Vachon, *L'état actuel du musée de Cluny: Gazette des Beaux-Arts* 2. pér. XVI, p. 387.

82) Sein Nachfolger Saglio hat ihm in der *Gazette des Beaux-Arts* 3. pér. X, p. 155 ein pietätvolles Denkmal gesetzt.

Ehrentafel abgedruckt — eine gewifs empfehlenswerthe Einrichtung. *L'enseigne fait la chalandise* sagt Lafontaine.

Das **Gesamtbudget** für die ganze Unterhaltung des Bureaus der *commission des monuments historiques*, die Besoldung ihrer Beamten und für die Unterhaltung der beiden von ihr unmittelbar abhängigen Museen stellt sich nun folgendermafsen[83]):

Von vornherein mufs hier betont werden, dafs die eigentlichen Gehälter aufserordentlich niedrig sind und nicht entfernt im Verhältnifs stehen zu den etwa in England ausgeworfenen Gehältern. Sie werden aber ausgeglichen durch eine reiche Nebenthätigkeit und vor allem bei den Generalinspectoren durch die gleichzeitige Thätigkeit als Architekten in der *direction des cultes*.

1. Bureau der Commission.

1. Secretär, zugleich *chef du bureau*	7000 Fr. steigt bis 10000 Fr.
2. *Sous-chef*	4500 — 6000 Fr.
3. *Archiviste-bibliothécaire* . .	2000 — 4000 „
4. Redacteur	2000 — 4000 „
5. 6. Zwei Expedienten . .	1800 — 4000 „
7. Contrôleur der Rechnungen	5000 „

Ausgaben für die allgemeine Unterhaltung des Bureaus, einschliefslich Beleuchtung, Heizung, Ausstattung usw.

	10 000 Fr.
Für einen Huissier . .	1 000 — 2 400 „
Insgesamt:	33 300 — 45 400 Fr.

Die Höhe des Gehaltes richtet sich im Einzelfalle innerhalb der angegebenen Grenzen nach dem Alter — als Mittel darf die Summe von 40 000 Franken festgehalten werden.

2. Generalinspectoren.

Drei *inspecteurs généraux des monuments historiques*, jeder	6 000 Fr. — 8 000 Fr.
Ein *inspecteur général adjoint* (für die *objets mobiliers*) .	5 000 „
	23 000 Fr. — 29 000 Fr.

3. Ausgaben für Dienstreisen und Besichtigungen.

im Jahre 1895 . . .	62 393 Fr.
im Jahre 1896 . . .	57 499 „

4. Ausgaben für die Bibliothek und das Denkmälerarchiv (die Sammlung im Bureau der Commission wie im Trocadéro-Museum), für Entwürfe und Aufnahmen, sowie Generalunkosten:

im Jahre 1895 . . .	46 625 Fr.
im Jahre 1896 . . .	41 584 „

5. Musée de sculpture comparée.

A. Personal.

Ein Conservator (Director) .	4 500 Fr. — 5 000 Fr.
Ein Secretär	2 500 „ — 3 000 „
Ein Brigadier (*chef des gardiens*)	1 800 „
Sieben Gardiens (à 1600 bis 1800 Fr.)	11 200 „ — 12 600 „
Seitenbetrag	20 000 Fr. — 22 400 Fr.

Uebertrag	20 000 Fr. — 22 400 Fr.
B. Unterhaltung, einschliefslich Heizung, Beleuchtung, Generalausgaben . .	29 600 „
	49 600 Fr. — 52 000 Fr.
Im Budget für 1897 angesetzt	49 000 „

6. Musée de Cluny.

A. Personal.

Ein Director	10 000 Fr.
Ein Secretär	2 800 „
Achtzehn Gardiens (à 1500 bis 1800 fr.)	27 000 „ — 32 400 Fr.
B. Unterhaltung, einschliefslich Material, Beleuchtung, Heizung, Verschiedenes	16 700 „
Unterhaltung des Gartens (im Abonnement mit der Stadt Paris)	1 500 „
	58 000 Fr. — 63 400 Fr.
Im Budget für 1897 angesetzt	60 200 „

Das **Gesamtbudget** für die *monuments historiques* allein hat in Frankreich ein aufserordentlich rasches Wachsthum erfahren.[85])

Im Jahre 1831 . . .	80 000
1836 . . .	120 000
1837 . . .	200 000
1838 . . .	400 000
1848 . . .	800 000
1850 . . .	745 000
1855 . . .	870 000
1859 . . .	1 100 000
1876 . . .	1 100 000
1883 . . .	1 545 200
1888 . . .	1 300 000
1892 . . .	1 336 000
1894 . . .	1 361 000
1896 . . .	1 361 000
1897 . . .	1 284 200

Von dieser Summe gehen die Kosten für die *inspection générale*, die Reisen und Besichtigungen, für die Photographieen und die Vermehrung der Bibliothek und des Denkmälerarchivs, die Unterhaltung des Trocadéromuseums und des Clunymuseums, insgesamt etwa 300 000 Fr. jährlich, ab. Thatsächlich sind für ausgeführte Wiederherstellungsarbeiten ausgegeben worden:

im Jahre 1895 . . .	976 524 Fr.,
im Jahre 1896 . . .	1 019 067 „

Die Vertheilung dieser Mittel erfolgt nach dem Gutachten der *commission des monuments historiques*. Für alle grofsen Wiederherstellungsarbeiten werden, da man die Unzulänglichkeit vorher aufgestellter Kostenanschläge längst erfahren hat, immer nur gröfsere Summen als Credit angesetzt. So finden sich

83) Zu Grunde gelegt sind die *Comptes définitifs des dépenses de l'exercice* 1895 und 1896, veröffentlicht vom *Ministère de l'instruction publique et des beaux-arts*, dazu der *Rapport sur le budget général de l'exercice 1897 (Ministère de l'instruction publique, des beaux-arts et des cultes — service des beaux-arts) par Georges Berger*, Paris 1896.

84) Im Capitel 2 des Budgets für den *service des beaux-arts* von 1897 sind diese für die ganze *administration centrale des beaux-arts* mit insgesamt 72000 Fr. berechnet, die sich auf sieben Bureaus vertheilen.

85) Die Ziffern nach den Angaben bei Pariset, *Les monuments historiques* p. 40; Du Sommerard, *Les monuments historiques* p. 6 und nach Mittheilungen aus dem *bureau* der *commission*.

in den letzten Budgets regelmäfsig für Notre-Dame in Laon und für den Mont-Saint-Michel je 100000 Fr. eingesetzt. Dann folgen aber sofort weit niedrigere Summen: so sind im Jahre 1896 ausgegeben für die Wiederherstellung der Befestigungen von Carcassonne 29999 Fr., für das Schlofs zu Blois 62889 Fr., für das Theater in Orange 40000 Fr., bis herab zu kleinen Summen von wenigen hundert Fr. Im ganzen sind im Jahre 1895 119 Denkmäler, im Jahre 1896 140 Denkmäler auf diese Weise unterstützt worden.

Nur ist diese Summe eben niemals als Gesamtziffer der für die classirten Denkmäler überhaupt aufgewandten Mittel anzusehen. Im Artikel 8 der Ausführungsverordnung vom 3. Januar 1889 ist ausdrücklich betont, dafs durch das *classement* nicht ein Zuschufs zu den Wiederherstellungskosten aus dem Fonds für die *monuments historiques* bedingt sei. Das gilt natürlich vor allem auch für die dem Staat gehörigen Denkmäler. Sodann ist der ganze Fonds der Commission nur ein Unterstützungsfonds. Man darf ungefähr rechnen, dafs, wenn die Commission eine Million ausgiebt, im ganzen für drei Millionen Arbeiten ausgeführt werden. Handelt es sich um ein profanes Denkmal, so wird an die *municipalité* oder an den *conseil général* das Ersuchen gestellt, mindestens die Hälfte, gewöhnlich aber mehr beizutragen. Nur bei kleinen Kirchen bewilligt die Commission bis zwei Drittel der Kosten und wendet sich wegen des Restes an die *conseils généraux* oder im Nothfall an den *ministre des cultes*, dem ein eigener Dispositionsfonds für arme Kirchen eröffnet ist. Bei der Vertheilung der Kosten spielt natürlich die Leistungsfähigkeit der betreffenden Gemeinden eine Rolle und die Frage, ob die Wiederherstellung von den Gemeinden oder den Ortsbehörden beantragt ist oder ob die Commission sie angeregt hat.

V. Organisation des service des bâtiments civils et des palais nationaux.

Seit der *service des bâtiments civils* und der *palais nationaux* durch das Decret vom 1. October 1895 endlich wieder der *direction des beaux-arts* und damit dem Unterrichtsministerium unterstellt ist, ist die Organisation dieses besonderen Zweiges der Verwaltung von geschichtlichen Denkmälern eine verhältnifsmäfsig einfache geworden. Bis zum Jahre 1895 bestand dieser *service* aus vier einzelnen Bureaus, seit der Neuformation umfafst es ein einziges Bureau. Die Zusammensetzung ist eine der *commission d. mon. hist.* ganz entsprechende. An der Spitze steht ein Chef, unter ihm ein Sous-chef, fünf Redacteure, fünf Expedienten. Ihm steht noch ein *bureau des comptes* zur Seite, das aber lediglich mit der Vorbereitung der Anschläge und der Prüfung der Rechnungen zu thun hat (ein Chef, ein Sous-chef, ein Redacteur, vier Expedienten).

An das *bureau des bâtiments civils* ist ganz wie an das *bureau des monuments historiques* eine erweiterte Commission angeschlossen, deren Ansicht bei allen wichtigen Fragen eingeholt wird. Sie führt den Namen: *Commission supérieure des bâtiments civils et des palais nationaux* und besteht aus dem Minister als Präsident, dem *directeur des beaux-arts* als Vicepräsident; als geborene Mitglieder gehören ihr an der *directeur des travaux de Paris*, der *directeur général de l'enregistrement des domaines et du timbre*, sowie die vier *inspecteurs généraux des bâtiments civils*, aufserdem 15 vom Minister hinzugewählte Mitglieder. Ihre Aufgabe ist, sich über die Nothwendigkeit und Zulässigkeit der gröfseren baulichen Arbeiten auszusprechen und über den Grad der Dringlichkeit, nach dem die Arbeiten in Angriff zu nehmen sind. Die Commission erfüllt hier für die dieser Abtheilung unterstellten Denkmäler ungefähr die gleiche Pflicht wie die *commission des monuments historiques*. Daneben giebt es noch eine zweite Commission, den *conseil général des bâtiments civils*, der aus fünf dauernden Mitgliedern: dem *directeur des beaux-arts* und den vier *inspecteurs généraux* und aus sechs auf Zeit gewählten Architekten (die dafür Diäten, durchschnittlich 800 Fr. im Jahr, beziehen) besteht; aufserdem gehören zu ihm zwei Auditeure, ein Contrôleur und ein Secretär. Diesem *conseil* liegt die technische Prüfung sowohl der von den Architekten der Abtheilung angefertigten, wie der von den verschiedenen Verwaltungsstellen des Staates, den Départements, den Communen ihm überwiesenen Entwürfe ob, die technische Prüfung der von dem *conseil d'état* oder von den *conseils de préfecture* eingelegten Berufungen gegen bauliche Anlagen, der wichtigeren Anbauungs- und Fluchtlinienpläne und technische Begutachtung der zwischen Architekten und Ortsbehörden entstandenen Schwierigkeiten.

Die Seele und die bewegende Kraft dieser ganzen bedeutenden Organisation ist natürlich der Chef des Bureaus, z. Z. M. Picot; mit Oberleitung der einzelnen Arbeiten an Ort und Stelle sind, insbesondere soweit es sich hier um Aufgaben der Denkmalpflege handelt, ganz entsprechend der von der *commission des monumentes historiques* getroffenen Einrichtung, vier Generalinspectoren betraut, die den Titel: *inspecteurs généraux des bâtiments civils* führen. Es sind dies z. Z. die M. M. Moyaux, Guadet, Scelliers de Gisors und Pascal. Jedes der Abtheilung unterstellte gröfsere Bauwerk hat nun noch seinen eigenen Architekten, dem die Sorge für die Unterhaltung obliegt. Sind dies moderne Anlagen, so ist das natürlich der Erbauer. Die mit der Aufsicht betrauten Architekten führen officiell nach ihm den Titel, z. B. Garnier den Titel: *architecte de l'opéra*. Der Chef des Bureaus bezieht einen Gehalt von 9000 Franken, die vier Generalinspectoren einen solchen von 6000 Franken. Im allgemeinen stellen sich die Ausgaben für das Personal in dem Bureau ziemlich hoch:

Für die *bâtiments civils* im Jahre 1895	.	113 976 Fr.
im Jahre 1896	.	112 443 „
Im Budget für 1897 eingesetzt	.	104 000 „
Für die *palais nationaux* im Jahre 1895	.	132 995 „
im Jahre 1896	.	129 238 „
Im Budget für 1897 eingesetzt	.	130 000 „ [86])

Die Architekten des *service* erhalten kein festes Honorar, sie beziehen wie bei der *commission des monuments historiques* einen bestimmten Procentsatz von der insgesamt aufgewandten Summe, und zwar bei Arbeiten für die Unterhaltung 4 vom Hundert und bei den sog. grofsen Ausbesserungen 3 v. Hundert (1 v. H. geht in jedem Falle noch ab für den *vérificateur*).

Die von dem *service* ausgeführten Arbeiten werden geschieden in zwei Klassen: in einfache Unterhaltungsarbeiten

86) Das Personal ist aufgezählt in dem *Compte définitif des dépenses de l'exercice* 1896, p. 395, 401 die einzelnen Unterbeamten in dem Rapport von Georges Berger, p. 129.

und in die gröfseren Ausbesserungen, unter denen auch Umbauten und Erweiterungsbauten zum Zwecke der weiteren Nutzbarmachung mitgerechnet werden.

Die für die Unterhaltung ausgeworfenen Summen bleiben im wesentlichen constant, nachdem sie einmal auf Grund langjähriger Erfahrung festgestellt worden sind; doch finden sich immer kleine Verschiebungen. Die Summen für die grofsen Ausbesserungen wechseln natürlich fortwährend, je nachdem bei dem einen oder anderen Denkmal gröfsere Arbeiten nothwendig geworden sind.

Die Summen sind in den letzten Jahren ziemlich gleich geblieben, sodafs von 1895 bis 1897 kaum Veränderungen eingetreten sind. Das Wachsen des Budgets läfst sich besser erkennen beim Vergleich mit einem früheren Jahr. Es sind eingesetzt im Budget:

I. für die *bâtiments civils*:
a) *entretien* im Jahre 1892 . . . . 698 800 Fr.
im Jahre 1897 . . . . 798 800 „
b) *grosses réparations* im Jahre 1892 . 478 960 „
im Jahre 1897 . 593 000 „

II. für die *palais nationaux:*
a) *entretien* im Jahre 1892 . . . . 610 000 „
im Jahre 1897 . . . . 700 000 „
b) *grosses réparations* im Jahre 1892 . 173 000 „
im Jahre 1897 . 300 000 „

Unter den grofsen Ausbesserungen an den *palais nationaux* sind weitaus die meisten als Wiederherstellungsarbeiten im Sinne der Denkmalpflege aufzufassen, zumal die Arbeiten an den grofsen Renaissanceschlössern Pau, Rambouillet und Fontainebleau, an den Schlössern zu Versailles und Compiègne, am Louvre und am Palais du Luxembourg. So sind beispielsweise ausgegeben worden:

Für das Schlofs von Fontainebleau:
a) *entretien* im Jahre 1895 . . . . 58 030 Fr.
im Jahre 1896 . . . . 55 124 „
b) *grosses réparations* im Jahre 1895 . 53 536 „
im Jahre 1896 . 44 071 „

Für das Schlofs in Versailles und die Trianons:
a) *entretien* im Jahre 1895 . . . . 158 283 „
im Jahre 1896 . . . . 148 615 „
b) *grosses réparations* im Jahre 1895 . 32 708 „
im Jahre 1896 . 20 552 „

Für das Palais du Luxembourg:
a) *entretien* im Jahre 1895 . . . . 27 377 „
im Jahre 1896 . . . . 14 391 „
b) *grosses réparations* im Jahre 1895 . 9 494 „
im Jahre 1896 . 31 444 „

VI. Organisation der direction des cultes.

Die Organisation des *service des édifices diocésains* in der *direction des cultes* ist nun ganz entsprechend der der *commission des monuments historiques.* An der Spitze des Bureaus steht ein Chef (z. Z. M. Edmund Turcot), dem natürlich die nöthigen Bureaubeamten zur Seite stehen. Für die Berathung gröfserer Unternehmungen und die Begutachtung wichtigerer Entwürfe besteht, entsprechend dem *conseil général des bâtiments civils*, ein *comité des édifices diocésains et paroissiaux*, an dessen Spitze der *directeur des cultes* steht und dem aufser den drei *inspecteurs généraux* und einem Secretär noch 17 Architekten als *rapporteurs* angehören.[87]) Die dauernde und lebendige Vermittlung zwischen dem Bureau und den Arbeiten in der Provinz und die verantwortlichen künstlerischen Oberleiter aller baulichen Arbeiten sind die drei *inspecteurs généraux des édifices diocésains*, zur Zeit de Baudot, Corroyer, Vaudremer, alle drei Kräfte ersten Ranges, die wie ihre Collegen von der *commission des monuments historiques* ganz Frankreich unter sich getheilt haben, derart, dafs de Baudot den ganzen Norden, Corroyer den Südwesten, Vaudremer den Südosten verwaltet. Sie beziehen ein festes Gehalt von 6000 Fr., alle Reisen werden, wie üblich, besonders bezahlt. Das Archiv des Bureaus enthält dieselben werthvollen Urkunden an Berichten der Architekten wie das der *commission des monuments historiques*, aber sehr wenig zeichnerische Aufnahmen; nur eine vollständige Sammlung von Photographieen ist vorhanden. Die Verschiedenheit in der Behandlung und Verwaltung der doch so eng verwandten Denkmäler, die dem Schutze der *commission d. mon. hist.* und der *direction des cultes* unterstellt sind, findet auch hierin ihren Ausdruck.

Die Arbeiten an den kirchlichen Gebäuden selbst werden nun wieder von einer beschränkten Zahl auserlesener Architekten ausgeführt. Frankreich besitzt 87 Erzbisthümer und Bisthümer; in jedem ist ein einziger Architekt mit der Ausführung aller baulichen Arbeiten unter der Oberleitung und Controle der drei *inspecteurs généraux* betraut — den Architekt ernennt der Minister, zu dessen Ressort die *direction des cultes* gehört. Es liegt hierin wieder ein ganz aufserordentlicher Vortheil, indem auf diese Weise auch für die sämtlichen Unterhaltungs- wie Ausbesserungsarbeiten an den katholischen Kirchengebäuden ein besonders geeigneter und geprüfter Architekt berufen wird. Dafs der Staat hieran ein ausgeprägtes Interesse haben mufs, liegt auf der Hand.[88])

Auch für die Aufnahme in die Reihe dieser *architectes diocésains* ist — und zwar schon seit dem Jahre 1884 — eine Prüfung festgesetzt. Es sind hier ähnliche, ziemlich scharfe Prüfungsbedingungen wie in der *commission d. mon. hist.* festgesetzt, nur noch mehr ins einzelne gehend. Zugelassen zur Prüfung werden von vornherein die *rapporteurs* des Comités, sobald sie zwei Jahre bereits diesem angehören, die anderen Architekten nur wenn ihre vorgelegten Aufnahmen und Entwürfe als genügend bezeichnet worden sind. Für die schriftliche Prüfung wird verlangt ein Bericht, begleitet von Aufnahmen,

---

87) Die Zusammensetzung des *comité* und das Verzeichnifs der Architekten sowie alle sonstigen Personalien enthalten in den alljährlich erscheinenden Almanachen: *La France ecclésiastique* (Paris, E. Plon, Nourrit & Cie.) und *Agenda spécial des architectes* (Paris, *Librairies-imprimeries-réunies*).

88) Es mag hier zur Beurtheilung dieses staatlichen Interesses in Preufsen an den Erlafs des Königlichen Oberpräsidenten der Provinz Westfalen (im Auftrage des Ministers der geistlichen usw. Angelegenheiten) an die Bischöfe dieser Provinz vom 8. Mai 1852 über das kirchliche Bauwesen erinnert sein (auch von dem Erzbisthumsverweser von Köln unter dem 6. December 1864 den Kirchenvorständen bekannt gegeben). Darin werden die Grenzen der selbständigen Mitwirkung der Staatsbehörde festgestellt gegenüber der Annahme eines eigenen geprüften Architekten zur technischen Bearbeitung der Kirchen- und Bausachen, „wogegen von staatswegen nichts zu erinnern sei“. Vgl. Dumont, Sammlung kirchlicher Erlasse für die Erzdiöcese Köln, Köln 1891, S. 296.

Skizzen und Zeichnungen, der irgend einen schweren Unfall zum Thema hat, der einem Kirchengebäude des 11. bis 16. Jahrh. zugestofsen ist (der Unfall wird besonders angegeben: Zerstörung eines Strebesystems durch Ausweichen — Feuersbrunst im Innern eines Seitenschiffes, die das Triforium und das Fenster des Mittelschiffes angegriffen und den Strebepfeiler beschädigt hat usw.). Die mündliche Prüfung umfafst Fragen über das Thema dieses Berichtes selbst nach der theoretischen, praktischen und technischen Seite, dann Fragen aus der französischen Archäologie, aus der Geschichte der nationalen Architektur vom 11. bis 16. Jahrhundert, über die Formensprache der verschiedenen Stile vom Anfang bis zum 18. Jahrhundert, über die besonderen Unterschiede der mittelalterlichen Baukunst in den einzelnen provincialen Schulen, über die Beziehungen der Diöcesanarchitekten zur Centralverwaltung, zu den Präfecten und Bischöfen, über das vom Diöcesanarchitekten zu verwaltende Rechnungswesen. Die Anforderungen sind hier also noch strenger als bei der *commission d. mon. hist.*[89])

Da verschiedene der Architekten gleichzeitig mehrere Diöcesen verwalten, ist ihre Zahl für 87 Diöcesen nur 57. Von diesen gehören 27 gleichzeitig auch den Architekten der *commission d. mon. hist.* an, sodafs eigentlich nur 30 neue Kräfte in Betracht kommen. Aber auch hier kommt der gleiche, durch das ganze unglückliche Centralisirungssystem Frankreichs bedingte Nachtheil in der Verwaltung zur Erscheinung: von 57 Architekten wohnen überhaupt nur 14 in der Provinz, alle übrigen in Paris. Auch die Diöcesanarchitekten beziehen ebensowenig wie die Architekten der *monuments historiques* ein festes Gehalt, sie werden vielmehr mit 5 v. H. von allen ausgeführten Arbeiten bezahlt. Daneben sind noch bei den wichtigeren Gebäuden am Ort oder in der Nachbarschaft wohnende Architekten mit der dauernden Ueberwachung betraut, entsprechend den *inspecteurs des travaux* bei der *commission d. mon. hist.*, die den Titel *inspecteurs locaux* führen. Sie beziehen ein kleines festes Gehalt, für alle *inspecteurs* zusammen ist im Budget (1896) die Summe von 36988 Fr. angesetzt.

Es ist nur natürlich, dafs die *direction des cultes* zum Theil dieselben Kräfte für ihre Architekten gewinnen mufste wie die *commission d. mon. hist.* So sind Laffillée, Magne, Petitgrand, Sauvageot, Révoil zugleich Diöcesanarchitekten, aufserdem aber auch die sämtlichen drei *inspecteurs généraux des monuments historiques.* Die in ihnen vereinigten Kenntnisse und Fähigkeiten sind zu kostbar, als dafs sie hier ungenutzt bleiben dürften. Umgekehrt sind aber die *inspecteurs généraux des édifices diocésains* nicht zugleich Architekten der *commission d. mon. hist.* Nur de Baudot, der ebenso durch sein kunstgeschichtliches Wissen wie durch sein Können hervorragt, der Leiter des Unterrichtscursus im Trocadéro, ist zugleich Mitglied (aber nicht Architekt) der *commission d. mon. hist.*, ebenso Vaudremer; von den Architekten der *direction des cultes* ist Mitglied der Commission aufserdem nur noch Formigé.

In der Aufstellung über die für die *édifices diocésains* verwandten Summen wird wieder genau geschieden zwischen der bloßen Unterhaltung und den gröfseren Ausbesserungen. Für diese wird eine Gesamtziffer im Budget eingesetzt, deren Vertheilung in den Händen der *direction des cultes* liegt.[90]) Aufserdem aber werden noch Specialcredite für verschiedene gröfsere Kathedralen eröffnet, die jeder einzelne besonders von der Kammer bewilligt werden müssen. In den Aufstellungen des Budgets sind die geschichtlichen Denkmale und die modernen Gebäude natürlich nicht geschieden, sodafs, um eine genaue Uebersicht darüber zu erhalten, was auf diesem Gebiete für die älteren kunstgeschichtlich bedeutenden Bauwerke geschieht, eine kleine Reduction der Ziffern nöthig ist (die neueren Anlagen verursachen naturgemäfs weniger Ausgaben).

Im Jahre 1896 sind ausgegeben

A. *entretien*		darunter geschichtliche Denkmäler
Arbeiten an 83 Kathedralen .	333 995 Fr.	300 000 Fr.
Arbeiten an 82 bischöflichen Palästen	197 679 „	120 000 „
Honorare der *inspecteurs locaux*	36 988 „	36 988 „
	568 662 Fr.	456 988 Fr.

B. *grosses réparations*		darunter geschichtliche Denkmäler
Arbeiten an 47 Kathedralen .	879 314 Fr.	800 000 Fr.
Arbeiten an 8 bischöflichen Palästen	131 453 „	80 000 „
Für *déplacements* usw. . . .	81 365 „	
	1 092 132 Fr.	880 000 Fr.

C. *crédits spéciaux*	
Restauration der Kathedrale in Bourges . .	24 974 Fr.
„ „ „ „ Evreux . .	26 952 „
„ „ „ „ Reims . . .	100 000 „
„ „ „ „ Sens . . .	24 299 „
„ „ „ „ Rouen . . .	29 973 „
Ausbau der Kathedrale in Clermont-Ferrand .	24 299 „
	230 497 Fr.

(Die in diesem Titel noch enthaltenen Posten über den Neubau der Kathedralen in Gap und Marseille kommen für die Denkmalpflege nicht in Betracht.)

Die Gesamtsumme der für die Erhaltung der kirchlichen Gebäude hier ausgeworfenen Mittel würde demnach 1467485 Fr. betragen.

Um diese verschiedenen Ziffern aus den drei Abtheilungen der *monuments historiques*, der *édifices diocésains*, der *palais nationaux*, den in Preufsen etwa aufgewandten Summen gegenüberstellen zu können, würden die Ausgaben für die *palais nationaux* zunächst ganz auszuscheiden sein. Sie würden in Preufsen den königlichen Schlössern gleich zu setzen sein, deren Unterhaltung aus ganz bestimmten Fonds geschieht, die bei der Aufstellung einer Gesamtrechnung über die Ausgaben für Zwecke der Denkmalpflege nicht in Betracht gezogen zu werden pflegen.

Es blieben aber dann noch übrig die Ausgaben für die der *commission d. mon. hist.* und die der *direction des cultes* unterstellten Denkmäler.

89) Die Prüfungsbedingungen werden im *Journal officiel* jedesmal besonders veröffentlicht.

90) *Ministère de la justice et des cultes. Service des cultes. Compte définitif des dépenses de l'exercice* 1896, Paris 1897, p. 19, 44.

Für die *monuments historiques* haben im J. 1896 die Ausgaben betragen (eingerechnet der Kosten für das Bureau 45 400, für das Trocadéromuseum 40 000, für das Clunymuseum 60 000)	1 515 400 Fr.
Für die *édifices diocésains* ebenso (und zwar nur für die geschichtlichen Denkmäler, aber eingerechnet 30 000 Fr. für die Generalinspectoren Gehälter und Reisen)	1 497 485 Fr.
	3 012 885 Fr.

Das macht also eine regelmäfsige Summe von jährlich rund drei Millionen Franken aus unmittelbaren Staatsmitteln, die für die Erhaltung der Denkmäler in Frankreich zur Verfügung gestellt wird. Dabei bleibt Algier noch ganz aus dem Spiele, wo jährlich für die *monuments historiques* rund 75 000, für die *édifices diocésains* rund 20 000, für die *bâtiments civils* und *palais nationaux* rund 135 000, für die Unterhaltung der muhamedanischen Cultusgebäude rund 100 000 Fr. ausgeworfen werden. (Schlufs folgt.)

Halle a. S., Buchdruckerei des Waisenhauses.

JAHRGANG XLVIII. 1898. HEFT X BIS XII.

Vom Reichstagshause in Berlin.

(Mit Abbildung auf Blatt 55 im Atlas.)

Im Anschlufs an Blatt 45 und Seite 381 d. J. ist in Blatt 55 die Nachbildung einer weiteren Entwurfzeichnung Wallots mitgetheilt. Sie hat die dem Kaiserlichen Hofe, dem Bundesrathe und dem Reichstagsvorstande zum Eintritt dienende Ostvorhalle des Gebäudes zum Gegenstande. Und zwar stellt sie einen geometrischen, der Front parallel gelegten Schnitt durch den vorderen Theil des der Tiefe nach zweiachsigen Raumes dar, der den Blick auf die den Fenstern gegenüberliegende Rückwand und die vor derselben nach beiden Seiten emporführende Treppe öffnet. Der Entwurf entspricht fast genau der Ausführung. Der in hellgrauem schlesischen Sandstein durchgeführte Raum ist vornehmlich auf die Wirkung seiner grofsen, schlichten Werksteinarchitektur berechnet. Mit bildnerischem Schmucke ist ebenso wie mit der Farbe noch weise zurückgehalten, um für das weitere Vorschreiten in das Gebäude die Steigerung der künstlerischen Mittel nicht aus der Hand zu geben. Abgesehen von den zu den Räumen des Bundesrathes und des Reichstagsvorstandes führenden Portalen, die sich in unserer Abbildung links und rechts am oberen Treppenaustritt nur in je einem Stück ihrer Seitenansicht zeigen, beschränkt sich die Sandsteindecoration auf zwei dreieckige Reliefs an den Treppenwangen, die, von Widemann modellirt, den Krieg und den Frieden darstellen, sowie auf sechs Masken, die den Köpfen der Pfeiler vorgeheftet sind, durch welche die Dreitheilung der Felder der Rückwand bewirkt wird. Während diese Masken in der Entwurfzeichnung noch ein allgemeineres Gepräge tragen, genügend die formalen Absichten des Architekten darzuthun, sind sie in der Ausführung bestimmter individualisirt worden: sie stellen nunmehr die Stände, und zwar den Ackerbau, den Handel, die Ritterschaft, die Geistlichkeit, die Wissenschaft und das Handwerk vor. Das Gitter mit dem mächtigen Adler am unteren Treppenabsatze füllt eine Heizöffnung. Die Fenster werden lichtfarbige Glasmalereien erhalten, sodafs die Halle, wie diese Absicht sich auch in dem Bilde kundgiebt, von hellem Lichte durchfluthet bleibt.

Die normannischen Königspaläste in Palermo.

Von Dr. Adolf Goldschmidt.

(Mit Abbildungen auf Blatt 56 bis 59 im Atlas.)

Die Paläste der Normannenkönige in Palermo bilden ein verhältnifsmäfsig gut bewahrtes Object auf dem nicht sehr reichen Gebiet der mittelalterlichen Profanarchitektur. Sie bieten der Untersuchung den Vortheil, dafs sie sich auf eine kurze Spanne Zeit zusammendrängen. Die hier behandelten fünf Paläste fallen bis auf geringe ältere Theile in das halbe Jahrhundert von 1130—1180. Sie schliefsen sich ferner an ein und dasselbe Herrscherhaus an, an Roger, König von Sicilien 1130—54, seinen Sohn Wilhelm I. bis 1166 und seinen Enkel Wilhelm II. bis 1189, sodafs uns in den einzelnen Bauten eine gegenseitige Ergänzung und keine blofse Wiederholung entgegentritt. Oertlich, zeitlich und zwecklich verbinden sich also diese fünf Bauwerke, wir haben es infolge dessen nicht mit Beurtheilung eines zufällig erhaltenen Bruchstückes zu thun, sondern mit einem einigermafsen abgerundeten Ganzen. Ferner ist die Erhaltung eine leidlich gute, wenigstens, was den Baukörper anbetrifft, den man in den meisten Fällen auch dort, wo er zerstört ist, noch reconstruiren kann. Die innere Ausstattung allerdings ist zum gröfsten Theil verschwunden, aber eine Vorstellung geben uns auch von dieser noch die Ueberreste. Endlich steht diese Gruppe von Palästen auf einem Höhepunkt der europäischen Culturentwicklung. Sie entstehen in einem Augenblick, wo abendländische, byzantinische und orientalisch-arabische Sitte in einem Staate miteinander verschmelzen, und unter dem Schutze einer toleranten Gesinnung die künstlerischen Errungenschaften der einzelnen Völker zu neuer und gemeinsamer Ausbildung gelangen. Die griechischen Mosaiken, die arabischen Ornamente und Stuckaturen, die vereinigten Bauformen beider finden reiche Pflege, die Seidenzucht und die Herstellung prachtvoller Gewebe, eines Hauptschatzes der Vornehmen, bekamen eine neue Heimath in Sicilien, und in ganz Europa war damals wohl schwerlich ein Hofstaat in einer prunkvolleren Ausstattung zu bewundern als in Palermo. Die Erben dieser Pracht wurden die Hohenstaufen; Heinrich VI. residirte in jenen Schlössern, und Friedrich II. verlebte dort den gröfsten Theil seiner Jugend.

Nahe liegt es nun, auch eine Bedeutung dieser Schlösser in einem Einflusse zu suchen, den sie vielleicht auf die Umgestaltung und Verbesserung der übrigen europäischen Paläste gehabt haben könnten; davon ist aber nichts nachzuweisen, höchstens mag der gröfsere Luxus auch zu prächtigerer Entfaltung in nordischen Schlössern angeregt haben. In ihrer Bauart weisen die Normannenschlösser vielmehr rückwärts in die Vergangenheit, auf ältere orientalische und vielleicht auch griechische Vorbilder. Arabische und abendländische Schriftsteller des 12. Jahrhunderts erzählen mit begeisterten Ausdrücken von den Palästen, die „wie das Halsband um den Hals einer Schönen" sich um die Stadt Palermo reihten. In der Stadt selbst lag das Residenzschlofs, südöstlich, nahe dem Meere, das Schlofs Favara isolirt, mit seinen Palmenpflanzungen, dagegen westlich in geringeren Entfernungen voneinander die Cuba, das Schlofs Menani und die

Zisa (Lageplan, Text-Abb. 1). Die letzten drei waren vertheilt in dem grofsen königlichen Park, von dem die Zeitgenossen berichten, dafs er von einer Steinmauer umschlossen, mit den verschiedensten Baumarten bepflanzt und mit Damwild, Rehen und Wildschweinen bevölkert war. Sein alter arabischer Name war Gennoard oder Gennolard, das „Paradies der Erde“;[1]) dort empfing Heinrich VI. 1194 die Genueser Gesandten,[2]) dort liefs er auch im nächsten Jahre die Geistlichen verbrennen, die bei der Krönung Tankreds zugegen gewesen waren.[3]) Aus den Schätzen der Schlösser hatte Heinrich vieles nach Deutschland geschleppt, Friedrich II. begann nun auch den Park zu zertheilen und aus wirthschaftlichen Rücksichten grofse Stücke zur Bebauung zu verpachten.[4]) In den Schlössern aber schaltete er noch selbst, und auch Karl von Anjou, der Nachfolger im Besitz Palermos, empfahl diese seine Schlösser der besonderen Sorge seines Vicars.[5]) Erst im 14. Jahrhundert unter den Aragonesen wurden auch sie an andere Besitzer abgetreten, das Favaraschlofs an den deutschen Orden, die übrigen meist in

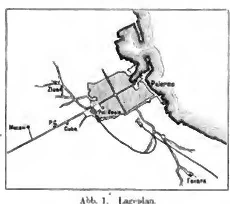


Abb. 1. Lageplan.

Uebertragung auf Lebenszeit, bis sie endlich dauernd in andere Hände übergingen. Nur das Stadtschlofs ist auch jetzt noch königlicher Palast geblieben.

Die folgenden Abschnitte behandeln die fünf Schlösser in der Reihenfolge der drei Könige, die sie erbaut haben. Am ausführlichsten hat sie bisher Gioacchino Di Marzo im ersten Bande seiner „Belle Arti in Sicilia“ 1858 besprochen, Abbildungen des Grundrisses oder der Ansichten finden sich vereinzelt von der Zisa und der Cuba.[6]) Der Favara ist von mir ein Aufsatz im Jahrbuch der Königlichen preufsischen Museen 1895 und ein anderer von Vincenzo Di Giovanni im Archivio Storico Siciliano 1898 gewidmet.

Die Hauptunterstützung bei meinen Studien gewährte mir der durch seine sicilianischen Forschungen so hochverdiente Monsignore Gioacchino Di Marzo, dem ich deshalb zu besonderem Dank verpflichtet bin. Ebenso sage ich den Herren Professoren Salinas und Lagumina vom Museum in Palermo für ihr freundliches Entgegenkommen meinen Dank, sowie dem Architekten Herrn Alfred Loewengard für mannigfache Fingerzeige in Bezug auf die Zeichnungen.

Das Stadtschlofs.

Auf dem höchsten Punkte der Stadt, dem südwestlichen Ende von Palermo, dort, wo auch schon der Schwerpunkt des antiken Lebens gelegen hatte, richteten die Normannenfürsten ihre Residenz auf. Hugo Falcandus widmet um 1190 dem von Roger erbauten Palast eine eingehendere Beschreibung,[7]) nach der im Norden der „Pisanische Thurm“, im Süden der „Griechische Thurm“ und zwischen beiden der schmuckreichste Theil des Palastes, die „Joharia“ lag, deren Name im Arabischen die Bedeutung der Goldenen, Glänzenden hat. Wenn man aus dem Inneren der Stadt auf die Piazza della Vittoria tritt und dem königlichen Palaste gegenübersteht, so erkennt man noch heute (Blatt 56 Abb. 2) in dem Bancomplexe rechts, am Nordende, den alten pisanischen Thurm an dem gleichmäfsigen Gefüge seiner gewaltigen Kalktuffquadern von 1 bis 1,20 m Länge und $^1/_2$ m Höhe und an der äufseren Decoration durch Spitzbogenblenden, die allerdings stark ausgebessert, zum Theil ganz neu und mit neueren gröfseren Fensteröffnungen versehen sind (Bl. 57 Abb. 5). Daran schliefst sich nach links etwas zurücktretend ein Stück der einstigen Joharia, ebenfalls mit neuen gothisirenden Zusätzen, das aber plötzlich durch den grofsen Barockbau abgeschnitten wird, der in einer abweichenden Richtung einsetzt und den übrigen Resten des alten Baues vorgelagert ist, nämlich der Palastcapelle und dem griechischen Thurm.

Es ist nicht möglich, überall den alten Zustand festzustellen, die Neubauten haben zu viel verändert und versteckt, und die moderne Einrichtung des Gebäudes als königlicher Palast verhindert vielfach eine Untersuchung des Mauerwerkes. Besondere Schwierigkeit macht die Bestimmung der alten Eingänge und Verbindungen der einzelnen Theile. Die älteren Abbildungen geben auch nicht viel Aufschlufs, da sie nicht vor dem 16. Jahrhundert beginnen und ungenau und unzuverlässig sind. Georg Braun giebt in seinem Städtebuch zwei verschiedene Ansichten in den Ausgaben von 1572 und 1617 (Text-Abb. 2 und 3). Auf beiden sehen wir rechts den breiten pisanischen Thurm und sich links daranschliefsend ein Stück der Joharia. Auf der älteren Ansicht folgt dann ein Thurm, vermuthlich der von

1) vgl. M. Amari, *Storia dei Musulmani in Sicilia*. Vol. III S. 554 ff.

2) *Annales Januenses ed. Pertz, Mon. Germ.* Ss. XVIII S. 109.

3) *Anonymi Chronicon Siculum ed. Gregorio, Rerum Aragonens.* Scriptores II S. 129.

4) Huillard-Bréholles, *Historia diplomatica Friderici Secundi*, Tom. V P. I S. 535 u. 571.

5) M. Amari, *La guerra del Vespro Siciliano* 1876. Bd. I. S. 67 Anm.

6) Hittorf und Zanth, *Architecture Moderne de la Sicile*, Paris 1835, geben auf Taf. 64 die Haupt- und Seitenfaçade der Zisa mit besonders in der ersteren falsch reconstruirten Fenstern, einen ziemlich richtigen Querschnitt und die verschiedenen Grundrisse, bei denen im Erdgeschofs das moderne Treppenhaus der einen Seite auch auf der anderen Seite symmetrisch hinzugefügt ist, was weder den jetzigen noch den ursprünglichen Zustand wiedergiebt. In den Zeichnungen der Cuba sind die beiden Hälften zu symmetrisch dargestellt und die Unterscheidung von Fenstern und Fensterblenden unrichtig, im Grundrifs die Ergänzung der Säulen im Mittelraum ganz unwahrscheinlich. — Henry Gally Knight, *Saracenic and Norman Remains to illustrate the Normans in Sicily* 1840, giebt in seiner Ansicht der Cuba nur Fensterblenden an (Taf. III), sonst bildet er auf Taf. XVII das Aeufsere der Favara ungenau ab und auf Taf. XX ziemlich anschaulich das Innere des Rogerzimmers im Stadtpalast. — Girault de Prangey, *Essai sur l'architecture des Arabes et des Mores* 1841, giebt ebenfalls ungenaue und falsch reconstruirte Darstellungen der Zisa. — O. Mothes endlich in seiner Baukunst des Mittelalters in Italien S. 551 ff. trennt bei den Grundrissen noch ein viertes Halbgeschofs als ursprünglich, welches wohl erst später eingebaut ist, und zeichnet auch sonst mehrere Unrichtigkeiten, wie er auch bei den im ganzen richtigen Façaden mehrere falsch reconstruirte Fenster anbringt.

7) Hugo Falcandus, *Historia de Regno Siciliano ed. Muratori, Rerum Italicarum Scriptores* VII S. 302.

Fazellus erwähnte „rothe Thurm", der 1553 vom Vicekönig abgerissen wurde;[8]) auf der zweiten Ansicht ist dieser Raum frei geworden, man hat einen Einblick in den Hof, an welchen sich links die Palastcapelle und dann der griechische Thurm anschliefst mit noch andern Thürmen dahinter. Die erste Ansicht ist mehr von der Seite genommen. Noch weniger genau sind



Abb. 2. Aus der Ansicht von Palermo in Braun und Hoogenbergs Städtebuch 1572.

der Stich des Antonius Bova von 1726, ein auf Leinen gemalter Plan des Domenicus Campole und ein anderer aquarellirter Plan der Stadt im Museum zu Palermo. Eine annähernde Vor-



Abb. 3. Aus der Ansicht von Palermo in Braun und Hoogenbergs Städtebuch 1617.

stellung des Zustandes am Anfang dieses Jahrhunderts giebt uns ein Oelgemälde ebenfalls im Museum und die Abbildung bei Liberatore.[9])

8) Thomas Fazellus, *De Rebus Siculis Decades Due* S. 194 E. Die Abbildung bei Braun mufste demnach schon auf einer vor 1553 hergestellten beruhen.

9) Liberatore, *Viaggio pittorico nel Regno delle due Sicilie* P. II Taf. 3.

Nach der Beschreibung des Fazellus im 16. Jahrhundert, bevor die grofsen Umbauten stattfanden,[10]) betrat man den Vorhof des Palastes links von der Capelle, dort, wo auch heute noch der Haupteingang ist (vgl. Text-Abb. 4). Man hatte dann gleich zur Rechten die Capelle, und zwar nicht zu ebener Erde, sondern erblickte ungefähr 5 m über dem Boden an der glatten Aufsenmauer eine Loggia mit Spitzbogen tragenden Säulen, die neben der Capelle herlief, und die man sowohl aus der Vorhalle der Capelle als auch aus dem Seitenschiff derselben betreten konnte. Vom Vorhof aus stieg man vermuthlich auf einer an die Mauer sich anlehnenden, jetzt nicht mehr vorhandenen Treppe zu dieser Loggia empor; denn Fazellus berichtet von Marmorstufen, auf denen man zur Kirche schritt, und zu deren Rechten in der Mauer eine Inschrift angebracht war, die in arabischer, griechischer und lateinischer Sprache eine kunstreiche Uhr pries, welche Roger 1142 dort anbringen liefs. Diese Inschrifttafel hat jetzt ihren Platz in der Mauer links von der Loggia gefunden. Der alte Vorhof machte um 1600 dem jetzigen quadratischen Säulenhof Platz, mit dem vor dem alten Porticus der Capelle noch ein zweiter Säulengang emporwuchs, und an den sich nach Westen im 18. Jahrhundert ein geräumiges Treppenhaus anschlofs. Die alten Befestigungstheile wurden durchbrochen, und nur dort, wo wir eingebaut gewaltigere Mauermassen finden, können wir annehmen, auf alte Bautheile zu stofsen. So liegen gleich links vom Eingang hinter dem jetzigen Vorderbau Mauern von solcher Stärke, dafs sie unbedingt vormals die Aufsenseite gebildet haben müssen, und da nach der Beschreibung des Falcandus dort der „Griechische Thurm" gelegen hat, so können wir mit ziemlicher Sicherheit diese Mauertheile mit ihm identificiren. Auch am westlichen Ende der Capellenwand sind mehrere Meter starke Mauertheile eingebaut, die wir für den alten Glockenthurm in Anspruch nehmen können, der mehrfach in den Quellenschriften erwähnt wird. Zwischen ihm und dem griechischen Thurm, zugleich den südlichsten Theil der Anlage bildend, lag nach Fazellus die Arx Campanaria, eben nach dem zunächst gelegenen Glockenthurm so benannt, deren Fundamente wir offenbar in der bollwerkartigen Mauermasse an der südlichen Ecke zu suchen haben. Wie viel davon spätere Umgestaltung ist, ist schwer zu bestimmen. Nach alledem aber hatte der Vorhof eine unregelmäfsige Gestalt.

Von ihm aus zum eigentlichen Palast zu gelangen, war nach Fazellus der Zugang nicht gerade und geräumig, sondern krumm und eng. Er ging aller Wahrscheinlichkeit nach unter der Capelle durch, unter der sich noch jetzt eine Reihe schmaler Gänge befinden. Die Capelle ruht nämlich in ihrem westlichen Theil auf natürlichem Felsen, nach Osten auf einem gröfstentheils künstlichen Fundament, das eine zur Capelle gehörige Krypta und noch einen anderen rechteckigen Raum umschliefst. Zur Krypta, die durch zwei Pfeiler in drei Schiffe mit Absiden getheilt ist, führen zwei Treppen vor dem Chor der Capelle hinab; die Durchgänge, welche die Krypta jetzt mit den Seitengängen unten verbinden, sind in ihrer heutigen Gestalt neu und vermuthlich früher überhaupt nicht vorhanden gewesen. Zwischen der Krypta und der Wand nach dem Vorhof zieht sich ein überwölbter Gang mit Schiefsscharten hin, die jetzt meist zu Fenstern umgewandelt sind. Zweimal zweigen

10) Fazellus a. a. O. S. 195 B.

sich von diesem wieder Gänge ab, die zur anderen Seite der Krypta hinüberlaufen. In der Mitte des mehr westlichen Querganges führt eine Thür zu einer rechteckigen Kammer, die durch eine niedrige Mauerschranke in zwei Theile getheilt wird und durch eine spitzbogige Tonne überdeckt ist. Da die Thür, vom Innern der Kammer aus gesehen, eine für die grofse Einfachheit der Bauformen des Schlosses verhältnifsmäfsig reiche Form zeigt (Text-Abb. 7), so mufs dem Raume eine gröfsere Bedeutung beigelegt worden sein. Es ist wahrscheinlich, dafs wir es hier mit einer Grabkammer zu thun haben, die vielleicht

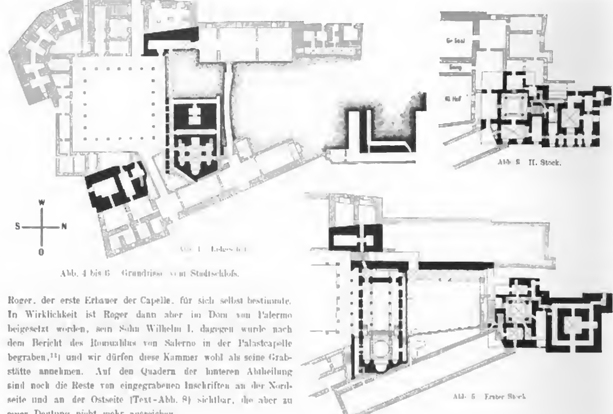


Abb. 6. II. Stock.

Abb. 5. Erster Stock.

Abb. 4 bis 6. Grundrisse vom Stadtschlofs.

Roger, der erste Erbauer der Capelle, für sich selbst bestimmte. In Wirklichkeit ist Roger dann aber im Dom von Palermo beigesetzt worden, sein Sohn Wilhelm I. dagegen wurde nach dem Bericht des Romualdus von Salerno in der Palastcapelle begraben,[11] und wir dürfen diese Kammer wohl als seine Grabstätte annehmen. Auf den Quadern der hinteren Abtheilung sind noch die Reste von eingegrabenen Inschriften an der Nordseite und an der Ostseite (Text-Abb. 8) sichtbar, die aber zu einer Deutung nicht mehr ausreichen.

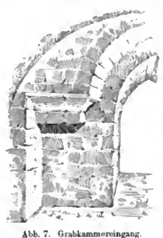
Die beiden Quergänge münden auf der anderen Seite wieder in einen Längsgang, der parallel dem ersten neben der Krypta herläuft, aber nicht überwölbt war, sondern bis zur Bodengleiche des Innenhofes aufstieg und nur durch Balkenlagen, wie die Seitenlöcher beweisen, in verschiedener Höhe getheilt war. Da die Bodengleiche des Innenhofes noch ungefähr 3,5 m höher als der Fufsboden der Capelle, also ungefähr 8 m über dem Boden der Krypta und des Vorhofes lag, so waren in diesem Gange die verschiedenen engen Treppen angebracht, welche die einzelnen Theile miteinander verbanden. Jetzt ist er fast unzugänglich und mit Schutt angefüllt. Wer nach dem inneren Schlofs wollte und aus dem Vorhof durch die eben beschriebenen Gänge kam, mufste über diese Treppen nach dem Innenhof hinauf, und auch der Schlofsbewohner, der von der inneren Anlage kam, mufste über einige Stufen des Treppenganges zur Capelle hinabsteigen. Die Stelle, wo der Zugang vom Hofe zu den Treppen stattfand, ist noch durch eine profilirte Quaderkante erkennbar. Möglich ist es auch, dafs der Treppengang einen unmittelbaren Ausgang nach der Ostseite hatte, der jetzt ganz verbaut ist. Im Felsboden liegt nördlich vom Gang ein unterirdischer, mit Tonnen überwölbter Raum auf einem etwas tieferen Niveau als der Boden der Capelle (auf dem Grundrifs Text-Abb. 5 punktirt angegeben). Unter diesem zieht sich durch das ganze natürliche Felsfundament ein Gang von Osten nach Westen mit künstlicher Nachhülfe und mündet jetzt vorne und hinten in den später angebauten Räumen (Text-Abb. 4). Vermuthlich ist dieser Gang auch schon in normannischer Zeit verwerthet worden.

Ueber den Innenhof, der jetzt durch den hineingesetzten Porticus an der Westseite und durch die Bauten an der Ostseite nicht mehr die alte Gestalt besitzt, schritt man zum eigentlichen Palaste. Auch dieser ist vielfach umgestaltet, die Theilung und Verbindung der Räume stark verändert und der südliche Abschlufs ganz zerstört. Vermuthlich hat gerade dieser Theil bei einer Erstürmung stark gelitten, oder er ist im 16. Jahrhundert beim Abreifsen des „rothen Thurmes", der wahrscheinlich dort vorgelagert war, in Mitleidenschaft gezogen; an der Stelle der zerstörten Ecke setzte dann der Neubau ein.

Zunächst kommt man zu dem eigentlichen Wohnhaus, der Joharia (Text-Abb. 5), sie hat als Fundament den natürlichen Fels und besteht in ihrem Untergeschofs, das ungefähr auf der

11) vgl. Pertz, *Scriptores* XIX S. 435.

Bodengleiche des ersten Stockes der südlichen Bautheile liegt, aus einem Mittelsaal, der von einem Kranz unregelmäfsig abgetheilter Räume umgeben ist, die mit Kreuzgewölben bedeckt sind. Der Mittelsaal selbst ist durch vier Pfeiler in einen quadratischen Mittelraum und einen Umgang getheilt, der durch Tonnen und in den Ecken durch kleine mit Gurten abgetrennte Kreuzgewölbe gedeckt wird. Die Anlage ist also eine centrale. Noch deutlicher tritt uns eine solche bei dem daranstofsenden nördlichen Bautheil, dem pisanischen Thurm, entgegen. Wieder haben wir einen quadratischen Mittelraum mit einem Umgang, der hier allerdings durch eine über 2 m starke Mauer von ihm getrennt ist. Den Mittelraum haben wir uns wohl als die Schatzkammer zu denken, denn die Zeitgenossen berichten, dafs des Königs Schatz im pisanischen Thurm aufbewahrt wurde. Das zum Theil


Abb. 7. Grabkammereingang.

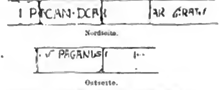
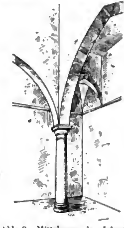


Abb. 8. Inschriften in der Grabkammer.

aus Mauerwerk bestehende Fundament dieses Thurmes (Text-Abb. 4) enthält wie das anstofsende Stück der Joharia noch gangartige Räume, die wohl nur von oben zugänglich waren, die Durchbrüche nach vorn gehören neuerer Zeit an. An der Nordwestecke hat der pisanische Thurm noch einen kleinen Verstärkungsthurm, dem gegenüber eine ähnliche vorspringende Mauermasse entspricht, welche die Hauptreppe enthielt. Sie verband zugleich die in verschiedener Höhe liegenden Theile der Joharia und des Thurmes und die einzelnen Stockwerke miteinander. Sie ist in dem untersten Geschofs zerstört, in den oberen aber finden sich noch die Ueberreste.


Abb. 9. Mittelraum der Joharia.

Das über diesem Untergeschofs sich erhebende erste Stockwerk ist ganz entsprechend eingetheilt (Text-Abb. 6, als II. Stock mit Bezug auf die südlichen Bautheile bezeichnet) und enthielt die vornehmsten Gemächer des Schlosses. Ueber dem quadratischen Raum der Joharia unten liegt auch oben ein gleicher, in dem aber statt der Pfeiler vier Säulen aus braun und schwarz gesprenkeltem Granit hohe Spitzbogen tragen, die sich nach dem mit einer flachen Decke und tiefer liegenden kleinen Kreuzgewölben in den Ecken überdeckten Umgange öffnen (Text-Abb. 9). Die Mitte war nach oben offen und bildete einen kleinen Hof inmitten des Gebäudes. Die Ausstattung ist bis auf Theile der Marmorwandbekleidung neuzeitlich. Dagegen ist von dem Zimmerkranz, der diesen Raum umgab, das vordere Mittelzimmer, das sog. Rogerzimmer, noch einigermafsen in seiner alten Ausstattung erhalten. Zwei neuere Treppen führen jetzt in die Zimmer des pisanischen Thurmes, während die ursprüngliche hintere nicht mehr benutzt wird. In der Mitte der dicken Trennungsmauer liegt noch eine enge runde Wendeltreppe, die schon eine ursprüngliche Anlage zu sein scheint.

Der Mittelraum im Thurm hat in diesem Stockwerk einen breiten Zugang noch der Front. Die Rückmauer ist jetzt durchbrochen und abgestützt.

Gehen wir noch ein Geschofs höher, so hatte die Joharia nur über der vordersten Zimmerreihe noch Wohnräume, während im übrigen ein flaches Dach die Mittelöffnung umgab. Der Thurm aber hatte noch ein vollständiges Geschofs, dessen Mittelraum vermuthlich früher nach oben offen blieb. Das Zimmer zunächst dem Treppenthurm zeichnet sich jetzt noch durch eine Stalaktiten-Halbkuppel über einer rechteckigen Nische aus. Der noch höher aufsteigende Theil des Thurmes mit dem astronomischen Observatorium und seinen Kuppeln ist neu.

Nach aufsen war das Bauwerk, wie alle Normannenschlösser, sehr einfach gestaltet. Die sorgfältig aus gleichmäfsigen Quadern mit Füllwerk aufgebauten Mauern enthalten nur spitzbogige Blenden mit mehrfachen Abstufungen, deren äufserste von einer einfachen Leiste mit Kehle umzogen wird. Ein Gurtgesims mit etwas reicherem Profil umzieht das Hauptgeschofs des pisanischen Thurmes (Blatt 57 Abb. 5). Die gothisirenden Einfügungen an der Joharia sind neu. Am reichsten scheint die Blendendecoration an der dem Vorhof zugewandten Capellenwand gewesen zu sein; doch wurde diese am Anfang des 16. Jahrhunderts mit einer Stuckschicht mit Mosaik überklebt, und nur an einer Stelle zunächst dem Chor, die vom Hofe aus nicht sichtbar ist, giebt ein unüberdecktes Stück Zeugnifs von der alten Anordnung (Blatt 57 Abb. 6). Reste solcher Blenden befinden sich auch noch um die westlichen Thüren aus der Vorhalle in die Capelle und an Theilen der Nordseite.

Von der inneren Ausstattung käme vor allem die Capelle in Betracht, sie bildet noch heute ein Schmuckstück ersten Ranges in der Kunst des Mittelalters mit ihrer Marmortäfelung, ihren Mosaiken und bemalten Holzdecken; ich mufs hier aber auf die eingehende Veröffentlichung von Terzi[12]) verweisen, da auch eine kurze Behandlung den Rahmen dieser Arbeit zu sehr vergröfsern würde.

Neben der Capelle bietet nur das Vorderzimmer im ersten Stockwerk der Joharia, das „Rogerzimmer", den alten, wenn auch vielfach ergänzten Wandschmuck (Text-Abb. 10). Die Wände sind wie in der Capelle mit weifsen Marmorplatten belegt, und an den vorspringenden Ecken durch eingefalzte Säulen geschmückt, deren Capitelle meist neu sind. Die Thüren sind von Mosaikstreifen mit farbigen geometrischen Ornamenten umgeben, und die Bogenfelder der Wände, die Thür- und Fenster-

12) A. Terzi, *La Capella di S. Pietro nella Reggia di Palermo.*

nischen wie auch das Deckengewölbe mit Mosaik überzogen. Die Bogenfelder sind in zwei wagerechte Streifen getheilt, auf denen Bäume und Thiere in symmetrischer Aufstellung miteinander abwechseln. Die Nordseite ist bis auf zwei Pfauen moderne Ergänzung, an der Ostseite ist das zugemauerte Fenster ebenfalls mit einem neueren Mosaik von zwei Pfauen in Ranken geschmückt; alt in der Hauptsache aber ist das übrige dieser Seite, sowie die Süd- und Westwand. Auf der Westwand (Text-Abb. 11) wird die Mitte des oberen Streifens durch einen stilisirten Oelbaum gebildet, ihm folgt auf jeder Seite ein Hirsch, der von einem Bogenschützen mit Hund verfolgt wird, Hirsch und Jäger trennt eine Dattelpalme, Jäger und Hund wieder ein Oelbaum. In der Mitte des unteren Streifens trinken zwei Pfauen aus einem grofsen Kelch, ihnen zunächst steht ein Schwan, dann zwei Reiher und wieder ein Schwan, nach verschiedenen Seiten gewandt und durch einen Oelbaum und eine Palme getrennt. Die Ostseite zeigt im oberen Streifen die gleiche Darstellung, im unteren aber bleibt zwischen den beiden Fensternischen nur ein schmales Stück übrig mit zwei einer Dattelpalme zugewandten Löwen, hinter denen wieder ein Oelbaum steht. Die Südwand hat im oberen Streifen eine Dattelpalme zwischen zwei Centauren, die mit der Armbrust aufeinander zielen, und in den Ecken je einen Oelbaum, im unteren Streifen nächst einem Feigenbaum in der Mitte je einen Leoparden, eine Dattelpalme, einen von der Mitte abgewandten Pfau und einen Oelbaum. Diese ganz symmetrischen Darstellungen, für die sich ein ähnliches Beispiel in der Zisa befindet, sind verwandt mit Zeichnungen auf Geweben, sie sind in erster Linie decorativ, sind aber auch zu gleicher Zeit ein Reflex der Haupterholung jener Fürsten, die sie in ihren Gärten mit seltenen Pflanzen und Thieren und in der Beschäftigung mit der Jagd fanden; endlich spielt noch ein durch Byzanz vermittelter Rest altchristlicher Symbolik hinein bei dem verfolgten Hirsch und den aus dem Kelch trinkenden Pfauen. Auch das Kreuzgewölbe des Zimmers ist mit Mosaik überzogen. Reiche Blattranken umschliefsen acht runde Felder, abwechselnd mit einem Löwen und einem Greifen, während den Schlufsstein des Ganzen ein gekrönter Adler mit einem Hasen in den Krallen bildet.



Abb. 10. Rogerzimmer im Stadtschlofs.



Abb. 11. Mosaik aus dem Rogerzimmer im Stadtschlofs. Westwand.

Die aufserdem noch erhaltenen Stücke der alten Ausstattung bestehen in zwei weifsen Marmorlöwen, die bis vor wenigen Jahren in den Räumen des astronomischen Observatoriums standen, dann aber als Unterlage moderner Säulen an einem Kamin im Rogerzimmer verwandt worden sind (Text-Abb. 12). Sie dienten ursprünglich einem Brunnen, denn sie haben im Nacken ein Loch, durch das das Wasser hineingeleitet wurde, um aus dem geöffneten Munde herauszufliefsen. Vermuthlich gehörten noch mehr Löwen dazu, die wie bei dem bekannten Alhambrabrunnen eine Schale trugen und die Mitte entweder des inneren Hofes oder des offenen Säulenraumes der Jobaria einnahmen. Der arabische Dichter Abd'ar Rahmân von Butera besingt in einem Lobgedicht an Roger auch das königliche Schlofs und spricht darin von den „Löwen des kunstreichen Brunnens, die Wasser des Paradieses spenden“.[13])

13) M. Amari, *Biblioteca Arabo-Sicula*, Palermo 1880-89 S. 256.

Im Museum in Palermo wird ferner ein aus Holz geschnitzter Fenstervorsatz aufbewahrt, der aus dem Schlofs stammt (Text-Abb. 13), von ganz orientalischem Charakter. Den Kern bilden in Quadrate gestellte, sich kreuzende Leisten, deren Zwischenfelder durch Ranken mit Jagdscenen und durch gewebeartig symmetrische Thiere ausgefüllt sind.

Auch mehrere decorative arabische Inschriften aus Serpentin- und Porphyrintarsia in Marmor bewahrt das Museum, die 1873 und 1893 unter der Capelle gefunden wurden (Text-Abb. 14). Der erste der Streifen bringt den Theil eines Verses, der den Betrachter auf die Schönheiten des Palastes aufmerksam macht[14]), das zweite Bruchstück gehörte, wie die Umbrechung der Buchstaben zeigt, zu einer Thürumrahmung und enthält neben Worten, die ebenfalls an den Besucher gerichtet scheinen, den Namen Roger.[15]) Solche arabische Inschriftenstreifen mit Steinintarsia waren als Schmuck der Normannenbauten beliebt, in Messina sind noch sechs ähnliche aus dem zerstörten Schlofs Rogers vorhanden, die den Palast als ein Paradies preisen.[16])



Abb. 12. Brunnenlowe aus dem Stadtschlofs.

Zum Schmuck der Innenräume gehörten endlich die complicirten Honigzellen oder Stalaktiten aus Stein und Stuck, die reich bemalt und vergoldet waren. Eine Probe davon giebt uns die Decke der Capelle, aber auch viele der Zimmer- und Fensternischen waren wohl, wie bei der Zisa, mit kleinen ähnlich construirten Kuppeln und Halbkuppeln bedeckt, von denen nur noch das eine im oberen Thurmgeschofs erhalten blieb.

Favara.

Neben dem eigentlichen Residenzschlofs sorgte Roger auch für ländliche Wohnsitze, in denen er der Enge der Mauern und dem Treiben der Stadt entging. Sein Geschichtsschreiber Romualdus von Salerno erzählt in der 1178 abgeschlossenen Chronik: „Damit es einem solchen Manne zu keiner Zeit an Freuden zu Wasser und zu Lande fehlte, liefs er an einem Platze Namens Favara viel Erde ausgraben und aufschütten und einen prächtigen Teich herrichten, in den er Fische mannigfacher Art aus verschiedenen Gegenden hineinsetzen liefs. Und neben den Fischteich selbst baute er einen herrlichen Palast.“ Dann schildert er die Anlage des schon in der Einleitung erwähnten grofsen Parkes westlich von der Stadt und fährt fort: „Auch in diesem Park baute er einen Palast, zu dem er durch unterirdische Gänge aus einer krystallklaren Quelle Wasser leiten liefs. So benutzte der kluge und verständige Mann diese Lustschlösser, wie es die Jahreszeit mit sich brachte, denn im Winter und in der Fasten-



Abb. 13. Fenstervorsatz aus dem Stadtschloß.
(Jetzt im Museum in Palermo.)

zeit verweilte er wegen der vielen Fische im Palast Favara, im Sommer dagegen milderte er den Brand der Sommerhitze im Parkschlofs und erfrischte durch leichte Pflege der Jagd ein wenig seinen durch Kummer und Sorgen ermüdeten Geist.“[17]) Durch Hugo Falcandus, der ungefähr 1190 seine „Historia de Regno Siciliae“ schrieb, erfahren wir auch den Namen dieses Parkschlosses Mineninm, arabisch Menani.[18])

14) M. Amari, *Le epigrafi arabiche di Sicilia* S. 31.

15) B. Lagumina in *Rendiconti della Reale Academia dei Lincei* 1893 S. 231.

16) M. Amari, *Le epigrafi etc.* S. 25.

17) Pertz, *Scriptores* XIX S. 4.

18) Muratori, *Rerum Italicarum Scriptores* VII S. 302 und M. Amari, *Storia dei Musulmani etc.* III S. 819 Anm. 2. Die meist citirte Form „Mimnermum“ ist eine verdorbene Lesart.

Zunächst sei das für die Winters- und Fastenzeit bestimmte Favaraschlofs in Augenschein genommen.[19])

Wer Palermo durch die Porta Garibaldi verläfst und die Strafse nach Südosten parallel der Küste einschlägt, überschreitet nach einer kleinen Viertelstunde den Flufs Oreto, neben dem, jetzt vom Flusse verlassen, die grofse vom Admirale König Rogers, Georgius Antiochenus, erbaute Brücke liegt, und gelangt nach weiteren 20 Minuten zu einem ausgedehnten alten Gemäuer inmitten kleiner Häuser, Felder und Apfelsinengärten, das den Namen „Castello di Mare dolce" oder einfacher „Castellaccio" führt (Blatt 56 Abb. 1 und Text-Abb. 15). Das sind die Reste des Favaraschlosses; die Bauern haben sich dort eingenistet und haben den Bau zu einem Complex von zahllosen kleinen Wohnungen umgewandelt. Schreitet man von der Vorderseite, die man zuerst von Palermo aus berührt, um die Ecke des Gebäudes, so senkt sich das Gelände, man befindet sich auf tiefer gelegenem feuchten Boden und begegnet daneben durch Mauerwerk fest abgedämmten Erhöhungen. Trotzdem jetzt alles dicht bepflanzt ist, kann man verhältnifsmäfsig leicht den Bodenformen folgen und die Gestalt des künstlichen Sees feststellen.

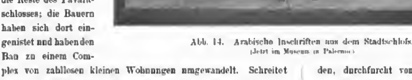


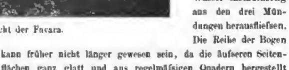
Abb. 14. Arabische Inschriften aus dem Stadtschlofs.
(Jetzt im Museum in Palermo.)

Zunächst war das Schlofs auf drei Seiten vom Wasser umgeben[20]) (Text-Abb. 16) und erhob sich dementsprechend auf einem 2 m hohen Unterbau von gewaltigen Quadern, der nach dem Austrocknen des Sees freigelegt ist, sodafs man vom Boden aus jetzt auf Treppen zu den Thüren hinaufsteigen mufs. Zum Schutz gegen die Feuchtigkeit war dieser Unterbau mit einem roth bemalten Cement überzogen, der aus einer doppelten, verschieden dicken Schicht gebildet ist, und der sich wiederholt bei den Normannenbauten Siciliens findet, immer an solchen Stellen, die dem Wasser ausgesetzt sind, in unterirdischen Leitungen, auf Dächern und Kuppeln. Mit demselben roth gefärbten Cement sind nun auch die Abdämmungen des Seeufers bestrichen, und wir können danach die Grenzen eine grofse Strecke verfolgen, bis, wie es scheint, der See sich am höhersteigenden Gelände nach Südwesten auf natürliche Weise gestaut hat. Mitten darin erhebt sich eine Insel. Ihrer Ummauerung kann man vollständig nachgehen, ihr Umfang beträgt ungefähr 600 m, und sie nähert sich der Südecke des Schlosses bis auf 16 m Entfernung.



Abb. 15. Vorderansicht der Favara.

Im südwestlichen Gebiet steigt der Boden, durchfurcht von einigen schmalen Flüfschen, allmählich bis zum felsigen Monte Griffone. Dort nahm das Wasser seinen Ursprung, und man war bemüht gewesen, den malerischen Eindruck der Quellen durch künstliche Bauten zu erhöhen. Die Felsgrotten sind jetzt fast ganz vom Wasser verlassen, das einen anderen Weg dicht dabei eingeschlagen hat, aber über ihnen wölben sich noch drei grofse Spitzbogen von ungleicher Breite, die sich zu einer Art Brücke zusammenschliefsen (Bl. 58 Abb. 13). Man hatte auf diese Art die Quellen fest eingefafst und liefs das Wasser cascadenartig aus den drei Mündungen herausfliefsen. Die Reihe der Bogen kann früher nicht länger gewesen sein, da die äufseren Seitenflächen ganz glatt und aus regelmäfsigen Quadern hergestellt sind. Zu einem anderen praktischen Zweck, als eben zu einer



19) Ueber diesen Palast ist, wie schon in der Einleitung erwähnt, im Jahrbuch der Königl. Preufs. Kunstsammlungen 1895 S. 199 bereits ein Aufsatz von mir erschienen, ein darauf folgender Besuch in Palermo hat mich zu einigen geringen Aenderungen und Hinzufügungen veranlafst, im wesentlichen aber wird dort Gesagtes hier wiederholt. Inzwischen ist auch von dem Topographen Palermos Vincenzo Di Giovanni eine Abhandlung über das Bauwerk im *Archivio Storico Siciliano* N. S. Jahrg. XXII veröffentlicht, in der der Verfasser im Anschlufs an Amari (*Storia dei Musulmani in Sicilia* II S. 350) annimmt, dafs das Schlofs schon von dem arabischen Emir Giafar (997—1019) erbaut wurde, und zwar mit Benutzung älterer byzantinischer Bauten, und dafs es identisch sei mit dem im 12. Jahrhundert in derselben Gegend genannten Kasr-Giafar. Die Capelle ist nach seiner Meinung erst von Roger hineingebaut. Nun ist aber die Capelle durchaus nicht, wie Di Giovanni annimmt, ohne Zusammenhang mit der Façade, sie prägt sich im Gegentheil, wie wir sehen werden, deutlich in ihr aus. Der Bau ist ferner vollständig einheitlich, und es ist kein triftiger Grund vorhanden, ihn Roger zu nehmen, dem die zeitgenössischen Schriftsteller ihn zuertheilen.

20) Der Lageplan ist dem 1767 herausgegebenen Werke des Andrea Pigonati, *Stato Presente degli Antichi Monumenti Siciliani* Taf. 34 entnommen.

Einrahmung der Quellen, können diese Bogen kaum gedient haben, höchstens boten sie auf ihrer oberen Plattform, die mit grofsen gebrannten unglasirten Ziegeln belegt war, einen Aussichtspunkt. Die Gröfse und Lage der Kalktuffquadern, die Form der Spitzbogen sind genau dieselben wie beim Schlofsbau, sodafs diese Anlagen offenbar gleichzeitig zu setzen sind. Auffallend sind die grofsen gebrannten Ziegelplatten von ungefähr 0,60 m Länge und 0,20 m Breite, aus denen die Bogen gebildet sind, und zwar in Läufer- und Binderschichten von je drei Ziegeln. Die ganze Breite dieses Quellenbaues beträgt 18 m, seine Entfernung vom Schlofs ein halbes Kilometer. Die Wasserarme der Favara ergossen sich von dort nach Nordosten und theilten sich in den Anlagen in Nebenarme, bis sie sich in dem scharf abgegrenzten Gebiete zu einem See stauten, der die Insel in der Mitte und das Schlofs zur Seite umspülte. Diese Anlage wird auch in einem Loblied des arabischen Dichters Abd'ar Rahmân aus Trapani in bilderreichen Versen geschildert.[21])

Abb. 16. Favara, Lageplan. (Nach Pigonati 1767.)

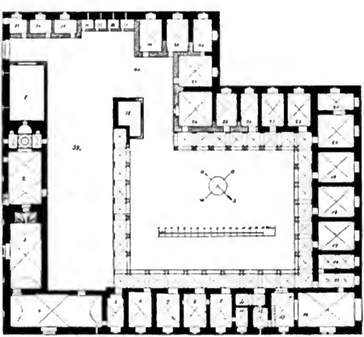


Abb. 17. Favara, Grundrifs.

Das Schlofs zeigt sich als ein grofser, aus regelmäfsigen Kalktuffquadern errichteter Bau, welcher in der Form eines Rechteckes von 49 m Breite und 55 m Länge mit einem einspringenden Winkel an der Ostecke einen gleichgeformten Hof umschliefst (Text-Abb. 17). Wie in alten Zeiten der Fremdling, so nähern auch wir uns von der Strafse aus zuerst der Nordwestseite, der einzigen nicht vom Wasser berührten Front (Bl. 57 Abb. 7). An der Nordecke erhebt sie sich in einer Höhe von 7 m, steigt nach einer Strecke von 18 m noch um $2^1/_2$ m und behält diese Erhebung dann weitere 31 m. Den Beginn des höheren Baues bezeichnet ein kleiner cylindrischer Thurm mit flacher Kuppel, der, vom Erdboden aus gerechnet, eine Höhe von $12^1/_2$ m erreicht. Vier mit Spitzbogen überwölbte Thüren führen ins Innere. Das breiteste, doch nicht höchste Thor links, mit einem kleinen Nebenthor hart an der Nordecke, führt auf den Hof, das höchste rechts in die Säle des Palastes, das mittlere in die Capelle. Bis zu einer Höhe von 4 m ist die Façade von gewaltigen Tuffquadern von 0,50 m Höhe und 1 bis 1,20 m Länge erbaut, und zwar in steter, ziemlich regelmäfsiger Abwechslung von Läufern und Bindern. Darüber setzen kleinere Steine von 0,20 m Höhe und 0,30 m bis 0,35 m Länge ein. Während die untere grofsquadrige Fläche nur durch die Thore unterbrochen ist, gliedert sich die obere durch eine Reihe von Mauerblenden von verschiedener Höhe und Breite mit wenigen Lichtöffnungen. Die ersten vier Blenden rechts hatten keine Fenster, dann folgen vier andere, denen nach innen der Capellenraum entspricht. Von ihnen hatten, von rechts aus gerechnet, die erste und dritte ein oberes, die vierte ein unteres Fenster. Die letzten beiden Blenden links zeigen je eine schiefsschartenartige viereckige Oeffnung. Diese Unregelmäfsigkeit findet ihre Erklärung in der Anordnung der inneren Räume.

Den Mittelpunkt der Eingangsseite bildete die Capelle (2 in Text-Abb. 17). Ihr Licht erhielt sie durch die drei bereits erwähnten Fenster und durch drei entsprechende auf der Hofseite, von denen dasjenige im Presbyterium noch erhalten, die anderen beiden durch Vermauerungsspuren angedeutet sind. Auch

21) Vgl. Jahrb. der Königl. preufs. Kunstsammlungen 1895 S. 201.



führte aus ihr eine Thür nach dem Hofe, deren Spuren an der Mauer noch sichtbar sind. Das Langschiff der Capelle ist 8 m lang, 4,5 m breit und überdeckt durch zwei Kreuzgewölbejoche. An der Nordostseite öffnet sich der Triumphbogen nur in einer Breite von 2 m und führt in das quadratische Presbyterium (Text-Abb. 18), an das sich in ganzer Breite die über den Halbkreis hinaus vertiefte Apsis anschliefst, mit einem jetzt vermauerten Spitzbogenfenster. Nach beiden Seiten entläfst die Vierung einen kurzen Kreuzarm, welcher jedoch nicht über die Breite des Langschiffes hinausgeht. Diese Querarme sind bedeutend niedriger als das Langschiff und die Vierung, haben auf der Nordostseite je eine 1,80 m über dem Boden ansetzende tiefe Nische und sind mit einem Tonnengewölbe überdeckt. Die Vierung jedoch erhebt sich zur Höhe des Langschiffes und geht durch vier kleine Gewölbzwickel in die Form des Achtecks über, das eine ziemlich flache Kuppel trägt. Die vier Wandflächen zwischen den Zwickeln sind je durch ein schwach spitzbogiges



Abb. 18. Favara. Chorraum der Capelle (nach Di Giovanni Taf. III).

Fenster durchbrochen, deren südwestliches über dem Triumphbogen in das Langschiff blickt. Aufsen über der Kuppel erhebt sich, vom Dach aus zugänglich, der kleine bienenkorbförmige Thurm, durchbrochen von vier niedrigen Thüren oberhalb der Gewölbzwickel und gekrönt durch ein einfaches Gesims auf kleinen Consolen und einen kleinen Kegel auf der Mitte des flachen Kuppeldaches.

In der Mitte der Südwestmauer der Capelle führte eine jetzt vermauerte Thür in den anstofsenden Saal (3). Sie scheint eine Höhe von über 2 m mit geradlinigem Abschlufs gehabt zu haben. Der Raum, in den diese Thür führt, und der auch durch das hohe Spitzbogenthor an der Eingangsseite rechts zugänglich war, hat eine Länge von fast 12 m. Er ist jetzt durch wagerechte und senkrechte Theilung in sechs verschiedene Gemächer zerlegt, und man mufs diese modernen Zwischenwände ausscheiden, um sich einen Begriff des ursprünglichen Saales machen zu können. In der Mitte ist er mit einem Kreuzgewölbe überdeckt, welches in der Länge nach beiden Seiten in Tonnen ausläuft. Nach der Capelle zu verengt er sich um ungefähr anderthalb Meter, verliert an Höhe und bildet so eine rechtwinklige Nische, in deren Mitte sich die Thür zur Capelle öffnete, und zwar so, dafs man gerade auf den Hochaltar blickte. Die Nische ist über dieser Thür von einer kunstreichen Halbkuppel bedeckt, die jetzt zu einer kleinen Kammer des oberen Stockwerkes umgewandelt und dabei in ihrem unteren Theile stark zerschlagen worden ist. Sie ist aus einer Reihe nebeneinander gelegter Rippen gebildet, von denen die mittelste im wagerechten Schnitt rechteckig, die übrigen dreieckig sind, während in den beiden Ecken eine kehlenförmige Kappe entsteht, die im Scheitel der Halbkuppel mit allen Rippen zusammenläuft. Eine derartige Kuppel findet sich noch bei anderen Normannenpalästen, wie in dem Quellenraume des Schlosses Menani (Bl. 58 Abb. 9), und eine ähnliche in dem Palast Rufalo in Ravello. Vermuthlich war dies der Empfangssaal, denn aufser der Kirche war es der einzige Raum, welcher unmittelbar mit dem Lande in Verbindung stand. In diesem Saale mag es wohl gewesen sein, wo nach dem Bericht des Petrus von Eboli Kaiser Heinrich VI. im Jahre 1194 die Gesandten Palermos empfing, bevor er seinen siegreichen Einzug in die Stadt hielt. Daraus, dafs der Raum nach vorn nicht ein einziges Fenster hat, müssen wir schliefsen, dafs er Oeffnungen nach dem Hofe hatte, die später vermauert worden sind, wenn wir nicht annehmen wollen, dafs er allein durch die sehr hohe Pforte Licht empfing.

Auf der Südwestseite führte aus diesem Saal eine Thür, die jetzt ebenfalls vermauert ist, in einen zweiten Saal (4), der sich im rechten Winkel zum vorigen in einer Länge von 14 m hinzieht. Auch ihn übersehen wir erst, nachdem wir in Gedanken die zahllosen Einbauten ausgeräumt haben. Er ist ebenso überwölbt wie der andere, besafs eine Thür nach aufsen, nach der Südwestseite, und vermuthlich auch eine andere nach der Hofseite, deren Lage nicht mehr genau festzustellen ist. Die Innenwand ist gegliedert durch flache, den äufseren entsprechende Blenden. Vermuthlich hat auch dieser Raum, seiner Gröfse nach zu urtheilen, festlichen Zwecken gedient.

Ein Blick auf die schon besprochene Front (Bl. 57 Abb. 7) ergiebt nun, dafs die unregelmäfsige Vertheilung der Blenden ein genauer Widerschein der Gliederung der Innenräume ist. Die äufserste Blende rechts entspricht der Schmalseite des zuletzt erwähnten Saales (4), dann folgt eine ganz symmetrische Bildung aus dem grofsen Portal mit einer kleinen einfachen Blende darüber und aus einer gröfseren dreifach eingestuften Blende zu jeder Seite. Ihr entspricht nach innen der Empfangssaal. Das zweite Portal mit den vier dicht aneinandergerückten Blenden betont den dahinter liegenden Raum als einen besonders ausgezeichneten und hebt die Capelle im Range vor den anderen Räumen hervor.

Dies selbe Princip herrscht nun auch auf der Südwestseite (Bl. 57 Abb. 9). Die obere Abschlufslinie bleibt dort in derselben Höhe wie auf der Vorderseite, doch hat die Mauer wegen des 1,5 m tiefer gelegenen Seebodens eine entsprechend gröfsere Erhebung. Nach 16 m fällt die Höhe des Baues um 2,5 m. Uns tritt gleich der Unterschied der Wasserseite vor die Augen, da die grofsen Quadern nur bis zu einer Höhe von 2 m, also etwas über den Wasserspiegel, reichen und die ganze übrige Mauer darüber nur aus Quadern der kleineren Gattung zusammengesetzt ist. 6 m von der Nordwestecke finden sich die Spuren einer grofsen zugemauerten Thür, die sich dicht über der Wasserlinie öffnete; am unteren Theil der Thürpfosten deutet eine gleichmäfsige Erweiterung darauf hin, dafs dort ein Ausbau eingefalzt war, ver-

muthlich eine Art Plattform, welche auf das Wasser hinausführte, und von der aus man die Boote besteigen konnte. Gerade darüber öffnete sich ein grofses, jetzt fast ganz vermauertes gekuppeltes Fenster, dessen Mittelsäule verschwunden ist. Ein gleiches durchbricht auch das Westende dieser Seite und deutet daher schon von aufsen auch hier auf einen gröfseren Raum. Wie auf der Eingangsseite ist nur der obere Theil der Mauer durch Blenden gegliedert, doch sind sie hier nur einmal eingestuft. Sie sind von zweierlei Gröfse, und zwar befinden sich die höheren zunächst den gekuppelten Fenstern und entsprechen den gröfseren Innenräumen, während die kleineren mit ihren schiefsschartenartigen Lichtöffnungen je ein kleineres Gemach verrathen. Noch andere Schiefsscharten durchbrechen die Mauer, sie aber haben vermuthlich späteren Vertheidigungszwecken gedient und dem ursprünglichen Bau nicht angehört.

Von dem ersten grofsen Saal an dieser Seite gelangte man durch eine schmale Thür in das nächste kleine Gemach (5), an das sich noch vier gleichgrofse Zimmer (6 bis 9) anschlossen, alle von der ganzen Tiefe des Gebäudes und jedes mit einem Kreuzgewölbe überdeckt. Sie besafsen nach dem Wasser zu je eine grofse Nische, die einer äufseren Blende entsprach, und deren oberer Theil von dem kleinen Fenster durchbrochen wurde. Die ursprüngliche Verbindung mit dem Hofe ist durch moderne Thüren verwischt. Vom letzten dieser gleichartigen Zimmer führt eine Thür in ein kleines Gemach (11), ebenfalls mit einem Kreuzgewölbe, mit Fensternische wie die anderen, aber ohne Ausgang. Es theilt die Tiefe des Baues mit einem anderen Raum (10), der vom Hof aus zugänglich, von zwei Kreuzgewölbejochen mit dazwischenliegendem breiten Gurtbogen überdeckt ist. Etwas weiter, nahe der Ecke des Hofes, befand sich dann der breite Eingang in den letzten gröfseren Doppelraum dieser Seite (13, 14), der sich nach aufsen durch das gekuppelte Fenster und die gröfsere Mauerblende kennzeichnete. Er lag der Insel gerade gegenüber, von ihm aus hatte man die kürzeste Bootverbindung mit jener und den besten Ueberblick über den See und die Anlagen. Dementsprechend öffnete sich der Raum nach dem See zu durch ein grofses, fast die ganze Breite einnehmendes Portal, welches ihn beinahe zu einem offenen gestaltete. Jetzt ist durch Einmauerungen eine kleinere Thür an die Stelle getreten, doch sind von der alten noch die Falze unten sichtbar, die auch hier auf eine Art Plattform auf den See hinaus schliefsen lassen. Zwei rechtwinklige Theile einer Mauerblende sind noch vorhanden, die das Portal auch nach oben wohl rechtwinklig einschlofs (Bl. 57 Abb. 8). An das 9 m lange Zimmer schlofs sich nach hinten noch ein gleich breiter Theil von 3,5 m (13), der nur durch eine Wand getrennt war, die fast ganz durch einen etwas gedrückten Rundbogen mit einem kleinen Spitzbogenfenster darüber geöffnet war, ähnlich wie in der Capelle das Presbyterium zum Schiff. Diesem Theile entsprach an der Front die Blende, die durch ihre dem gekuppelten Fenster gleiche Höhe auch nach aufsen hin diese beiden Räume als zusammengehörig betonte. Das kleine Zimmer 12, von 13 aus zugänglich, hatte ein Fenster nach Raum 10.

Der Kranz der Zimmer zieht sich dann gleichmäfsig weiter an der Südost- und Nordostseite entlang. Die einzelnen Räume unterscheiden sich nur durch ihre Gröfse etwas voneinander, von denen der Nordwestseite aber dadurch, dafs sie offenbar in zwei Stockwerke getheilt waren. Jedem Zimmer entspricht nach aufsen eine kleine hochgelegene Mauerblende, wie sie die kleineren Gemächer der Nordwestseite kennzeichneten, mit gleichen schmalen Luftöffnungen; unter jeder derselben aber befindet sich noch ein gröfseres Fenster von gleicher Breite wie die Blenden und oben geradlinig abgeschlossen durch einen scheitrechten Bogen (Bl. 57 Abb. 8). Falze oben und unten in den Seitenwänden dieser Fenster lassen darauf schliefsen, dafs als Fenstersturz und Sohlbank noch Holzbalken angebracht waren, die mit der Zeit verschwunden sind und die ursprünglich die Anbringung von Schutzvorrichtungen gegen Sonne und Regen erleichterten. Die Innenmauern dieser Zimmerreihe sind vielfach zerstört, und auch die Kreuzgewölbe des oberen Stockwerkes nicht überall mehr erhalten. Vermuthlich hatte die Südostseite noch eine Thür zum See, vielleicht an Stelle einer grofsen, in ihrer jetzigen Breite neuen Oeffnung im vorletzten Raum (20).

Die Nordostseite springt nach 22 m um $11\frac{1}{2}$ m im rechten Winkel vor. Nach neun Gemächern (22 bis 30) hören die Blenden auf der Aufsenmauer auf, es folgen noch vier kleine schiefsschartenartige Oeffnungen, denen innen wohl untergeordnete kleine Räume, vielleicht die Aborte, entsprachen, und schliefslich noch drei kleine obere Bogenfenster mit gröfseren geradlinigen darunter. Die zweistöckigen Zimmer (35 bis 37), die also hier noch gelegen haben müssen, können wegen des Hofportals daneben nur ganz schmal gewesen sein.

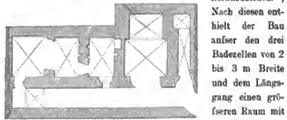
Der Innenhof selbst ist zum Theil von einem Kreuzgang umgeben gewesen. Auf der Südwestseite hat der Porticus an der Mauer die Ansätze der Gurtbogen und der Kreuzgewölbe von elf Jochen hinterlassen (Bl. 57 Abb. 10), die sich von der Südecke bis zu dem Punkte erstrecken, wo der höhere Hauptbau beginnt. Dort zeigen die Ueberreste deutlich an, dafs der Kreuzgang in dieser Richtung abschlofs, wahrscheinlich aber setzte er sich im rechten Winkel fort, da sich gegenüber (bei 38) auf dem Boden des Hofes die Reste von Mauerwerk finden, die der Linie eines solchen Porticus entsprechen. Ebenso sind an der Südostseite noch die Spuren eines zweiten Gewölbeansatzes sichtbar, sodafs wir den Hof auch an dieser Seite von einem Kreuzgang umgeben wissen, dasselbe können wir dann auch von der vierten Seite vermuthen.

An der Nordecke dieses Kreuzganges, wo sich der kleine Nebenhof des ausladenden Gebäudetheiles anschliefst, liegen die Reste einer quadratischen Ummauerung (38), die innen mit Thonplatten gepflastert ist und am Rande starke Spuren desselben rothen hydraulischen Cementbestrichs zeigt, wie die dem Wasser ausgesetzten Gebäudetheile. Wir haben demnach hier irgend eine Wasservorrichtung, Brunnen, Springbrunnen oder dergleichen zu suchen. Leider sind von Säulen oder Pfeilern der Hofausstattung nicht die geringsten Nachbleibsel mehr vorhanden.

Der Vorhof (40) zunächst dem Thor wird wohl ohne besonderen Schmuck gewesen sein und den Aufenthaltsort der Pferde und Dienerschaft gebildet haben. Die Ecke, welche von den beiden grofsen Sälen 3 und 4 gebildet wird, wurde mir erst bei meinem letzten Besuch zugänglich, sie enthält einige kellerartige Gewölbe und einen schrägen Aufstieg in der Form einer Wendeltreppe zu den Dächern und damit auch zu dem kleinen Wachtthurm. Wie das Stück des Hofes neben der Capelle beschaffen war, ist schwer festzustellen; vielleicht schlofs sich der Kreuzgang einer Einbuchtung nach der Capelle an.

Aufserhalb der eigentlichen Palastanlage, 12 m von der Nordecke entfernt, lagen die Bäder, die ungefähr im Jahre 1880

einem neuen Häuserbau gewichen sind. Wir geben von ihnen den Grundrifs (Text-Abb. 19), wie er im Jahre 1767 von Andrea Pigonati (a. a. O. Taf. 35) aufgenommen, aber durch ein Versehen offenbar im Gegensinn gedruckt wurde, wie aus den Mauerresten, die für den Neubau verwandt sind, hervorgeht. Zur Ergänzung sind einzelne Notizen bei früheren Schriftstellern heranzuziehen.[22) Nach diesen enthielt der Bau aufser den drei Badezellen von 2 bis 3 m Breite und dem Längsgang einen gröfseren Raum mit künstlicher Grotte, die Zellen hatten Gewölbe mit Luftöffnungen und Fufsböden aus Marmortafeln, die von kleinen Thonsäulen getragen einen Hohlraum bedeckten, das Hypokaustum. Oben an der Wand zog sich eine breite Thonröhre herum, von der je acht ähnliche an den Langseiten, vier an den Schmalseiten hinunterliefen in das Hypokaustum und die heifse Luft hineinführten, die das Bad zu erwärmen hatte.


Abb. 19. Favara. Bäder (nach Pigonati 1767).

Aufser der reicheren Halbkuppel über der Thür, welche aus dem Empfangssaal in die Capelle führt, fehlt an den architektonischen Gliedern des Palastes jeder Schmuck, nur eine einfache Hohlkehle nimmt den Gurtansätzen des Kreuzganges, den Consolen und dem Gesims des kleinen Thürmchens die scharfe untere Kante. Die Innenseite der Mauern zeigt roh behauene Steine, nur der Chortheil der Capelle ist auch im Innern mit regelmäfsigen Quadern belegt; hier strebte man sogar eine farbige Wirkung an und liefs an den Bogen der Vierung hellgelbe und rothbraune Tuffsteine miteinander abwechseln. Die Dächer sind flach, soweit es die Gewölbekappen gestatten, die aus der Fläche emporragen; eine Brüstung schliefst das Dach ab, sie ist ebenso glatt behauen wie die übrige Mauer, nur an dem hohen, vornehmeren Gebäudetheil ist sie rauh und tritt etwas zurück. Es fehlen dort nämlich die ursprünglichen Deckplatten, von denen wir annehmen können, dafs sie ebenso wie an den Schlössern Zisa und Cuba eine arabische Inschrift als Schmuck trugen, die das Schlofs und seinen Erbauer verherrlichte und, wie es üblich war, den Palast als das „Paradies auf Erden" und den König Roger als den mächtigsten der Fürsten pries.

Auch bei Rogers Nachfolgern blieb der Favarapalast als Lustschlofs in Benutzung, bis er im Jahre 1329 in den Besitz des deutschen Ordens überging.[23]

Menani.

Ganz anders geartet ist das Parkschlofs des Königs Roger, der Palast Menani, dessen Trümmer jetzt versteckt liegen in den Apfelsinengärten der Familie De Caro, 2 km in südwestlicher Richtung vor der Porta Nuova von Palermo, in der Nähe des Dorfes Altarello di Baida. Zwar ist sehr viel von dem Mauerwerk zerstört und theilweise ganz verschwunden, immerhin ist man noch imstande, ein Bild der Haupttheile zu gewinnen.

Wie der Palast Favara hatte auch Menani seinen Namen nach der Quelle erhalten, welche seine Anlagen mit Wasser versorgte, dem Ain-el-Menani, dessen Lage gerade in dieser Gegend aus mehreren Urkunden des 12. Jahrhunderts hervorgeht. Da der Bau mit Benutzung des natürlichen Kalktufffelsens und mit Anschlufs an eine unterirdische Höhle hergestellt wurde, sind die Linien keine ganz regelmäfsigen, liegt ferner der Boden der einzelnen Räumlichkeiten auf verschiedener Höhe und ist oft durch Treppen miteinander verbunden. Die Hauptfront lag nach Osten, dem Meere zugewandt. Sie ist jetzt zum gröfsten Theil eingefallen, und der noch bestehende untere Rest ist durch äufsere Mauerverstärkung mittels Bruchstein und Mörtel so überklebt, dafs von ihrem ursprünglichen Aussehen nichts mehr zu erkennen ist. Um ihre Erscheinung uns klar zu machen, müssen wir mit dem Innern des Baues beginnen (Grundrifs Bl. 58 Abb. 5).

Wir treten durch eine kleine Thür ein, sehen aber, dafs dieselbe nur durch die spätere Verstärkungsschicht führt (auf dem Grundrifs nicht angegeben), und dafs dahinter das eigentliche grofse spitzbogige Portal (*a*) liegt, welches eine Höhe von fast 6 m und eine Breite von 3,60 m besitzt (Bl. 58 Abb. 1). Wir gelangen in einen rechteckigen Raum (*b*) mit spitzbogigem Kreuzgewölbe und kaum höher als das Portal, der nach allen drei Seiten eine rechtwinklige Nische entsendet, welche fast die ganze Breite und Höhe einnimmt. An den Ecken, welche die Nischen mit der Wand des Mittelraums bilden, sind überall noch die Falze sichtbar, in denen Säulen von 1,90 m Höhe standen. Diese selbst fehlen, doch befinden sich zwei von ihnen aus weifsem Marmor, ihrer Capitelle beraubt, jetzt als Schmuck der Taufcapelle in der Kirche des nahen Dorfes Altarello di Baida.

Die Nische dem Eingang gegenüber war mit einer Halbkuppel aus Stalaktiten aus Stein und Stuck bedeckt, von welcher der untere Theil noch erhalten ist, während oben das dahinter versteckte Tonnengewölbe zum Vorschein gekommen ist (Bl. 58 Abb. 9). Als Gurtgesims zieht sich darunter eine einfache Platte mit Hohlkehle hin, die an der Hinterwand höher und weniger ausladend ist als an den Seitenwänden. Aus einer Oeffnung darunter entsprang eine Quelle und ergofs sich cascadenförmig über das theils künstliche, theils natürliche Gestein, um am Boden mitten durch den Raum, wo sich noch jetzt Reste einer Vertiefung befinden, durch das Portal hinauszufliefsen. Noch zwei andere kleine Mündungen von Thonröhren sind auf halber Höhe der Hinterwand sichtbar.

Die beiden Nischen (*d*) an den Seiten rechts und links vom Eingang, untereinander gleich, sind mit einer Halbkuppel bedeckt, wie wir sie in dem ersten grofsen Saal der Favara angetroffen haben (vgl. S. 560), nur mit dem Unterschied, dafs dieselben hier vollständig gut erhalten sind. Die dreieckigen Rippen ragen nur ganz schwach über das wie ein Band vortretende Kämpfergesims hinaus, das in der Mitte mit einer Kröpfung nach oben höher in die Kuppel einschneidet, wohl um einer Thür darunter Platz zu machen. Ein Durchgang befand sich in beiden Seitennischen, seine ursprüngliche Gestalt ist nicht mehr zu erkennen, da er jetzt durch eine niedrige Thür ersetzt und Theile der Wand durch einen später in den Raum eingesetzten grofsen Stützbogen verdeckt werden. Vermuthlich

22) Antonio Mongitore, *Della Sicilia Ricercata*, Palermo 1743 Bd. II S. 265. — Giov. Compagni, *Sulla Naumachia e Palazzo Mardolce* im *Giornale di Scienze, Lettere e Arti per la Sicilia*, Palermo 1838 Nr. 190. — H. Gally Knight, *The Normans in Sicily* S. 305. — O. Mothes, Baukunst des Mittelalters in Italien, Bd. II S. 547.

23) Ueber die ausführlichere Geschichte des Schlosses sieh Jahrbuch der Königl. Preufs. Kunstsammlungen 1895 S. 211 ff.

waren die alten Thüröffnungen oben geradlinig abgeschlossen; sie führten beiderseits in einen kleineren rechteckigen Raum (*e* und *f*), dessen hintere Hälfte durch den natürlichen Fels um ungefähr 3 m erhöht war, sodafs der vordere Theil mit dem hinteren durch eine Treppe verbunden gewesen sein mufs (Bl. 58 Abb. 2). Diese hat in dem Raum *e* noch ihre Spuren im Gestein zurückgelassen, während das Zimmer *f* jetzt mit Schutt und Erde angefüllt ist. Beide Seitenzimmer besitzen aufser der schmalen hohen spitzbogig geschlossenen Thürnische noch eine gleiche in der Vorderwand, die in *f* nur ein spitzbogiges Fenster, in *e* eine 2 m hohe Spitzbogenthür, darüber ein rechtwinkliges und zu oberst ein kleines Spitzbogenfenster einschliefsen (Bl. 58 Abb. 7). Bei dem geradlinig geschlossenen, jetzt vermauerten Fenster sieht man im Innern noch die Falze, in denen einst Holzbalken lagen, und hart über der Thür Ansätze von Stuck und Falze quer durch die Seitenwände der Nische, die an eine Quertheilung des Raumes in zwei Geschosse denken lassen. Die Seitenzimmer sind durch je zwei Kreuzgewölbejoche bedeckt, und die hinteren höheren Theile sind untereinander durch einen dunklen Gang (*h*) verbunden, welcher hinter dem Quellenraum entlangläuft und sich hinter der Mittelnische bis auf 0,65 m verengt. Sein Boden ist ganz unregelmäfsig und war früher jedenfalls mit regelrechten Stufen belegt. Auch seine Decke verläuft mit Rücksicht auf den natürlichen Felsen schräge.

An diesen symmetrischen Theil, den durch drei Nischen gegliederten Quellenraum zwischen zwei sich entsprechenden Seitenzimmern und hinterem Verbindungsgang schliefsen sich die verschiedenen anderen Bautheile an. Zunächst gelangt man von *e* an eine Treppe, auf deren 9 Stufen man in einen mit flachem Tonnengewölbe bedeckten Raum (*l*) hinabsteigt. Zwei schmale viereckige Fenster hoch oben an der Vorderwand bringen spärliches Licht. In der Ecke bei der Treppe befindet sich ein Brunnen (*m*), den eine Brüstungsmauer von dem übrigen Raum trennt. Eine jetzt verstopfte Oeffnung in der Deckenwölbung darüber zeigt, dafs man in dem Obergeschofs aus diesem Brunnen Wasser holte. Vielleicht war er früher gegen den unteren Raum ganz abgeschlossen. Zahlreiche röthlichgelbe Stuckreste an den Wänden deuten auf die ursprüngliche Ausstattung, einige sind Ueberbleibsel eines Frieses, der unterhalb des Tonnenansatzes die Wände umzog, andere gehören zu einer Umrahmung der Lunette der Hinterwand (Bl. 58 Abb. 10).[24] Am nächsten liegt es, in diesem tiefliegenden Raum ein Bad zu sehen. Eine Thür, welche jetzt bis auf eine kleine Oeffnung zugemauert ist, führt gegenüber der Treppe in eine unterirdische Grotte (*n*), deren unregelmäfsige Umgrenzungslinie ungefähr eine Länge von 30 m einnimmt, während ihre Höhe durchschnittlich 1,5 m beträgt, sodafs man nur an sehr wenigen Stellen aufrecht stehen kann. In der noch jetzt sehr nassen Höhle mag früher ein reicherer Wasserzuflufs gewesen sein, der den Baderaum und den Brunnen mit frischem Wasser versorgt hat. Ist doch jetzt auch die Quelle des Mittelraumes versiegt.

Geht man zurück in das Zimmer *f* rechts vom Quellenraum, so führt von dessen oberem Theil eine breite Spitzbogenthür ins Freie. Früher bildete diese den Zugang zum höher gelegenen Seitentheil des Gebäudes (*o*), der jetzt fast ganz zerstört ist.

24) Basile, welcher 1856 in der Palermitaner Zeitschrift *La Ricerca* (30. April und 9. Mai) zum ersten Mal über die Ruinen Bericht erstattete, sah in diesem Stuck noch „Blätter von demselben Charakter wie die Ornamente im Innern der Cuba“ (Text-Abb. 25), wovon jetzt nichts mehr wahrzunehmen ist.

Von den zwei quadratischen Räumen (*o*, *p*), die sich dort aneinanderschlossen, haben sich Theile der Hinterwand mit einer kleinen viereckigen Thür, der Nordwand und der Vorderwand mit der Hälfte eines Spitzbogenfensters (*q*) erhalten. Die Einfassung dieses Fensterbogens (Bl. 58 Abb. 8) besteht aus einer mit dem sog. Hundzahn gefüllten Kehlleiste, die auf einer kleinen Console ruht. Auch von einem zweiten gleichen Fenster derselben Wand, welches ein Bewohner des Gartens früher noch gesehen, sind die Ansätze vorhanden. (Auf dem Aufrifs Bl. 58 Abb. 1 sind die ergänzten Theile ohne Quaderandeutung.) Da sich diese Räume auf einem höheren Niveau wie der Quellenraum befinden, nach oben aber in einer gleichen Höhe abschliefsen, wie es die Mauerspuren einer Stockwerktheilung zeigen, so hatten sie nur eine Höhe von 4 m.

Ueber dem ganzen bisher besprochenen Bau erstreckte sich ein oberes Stockwerk, und zwar lag der über dem Quellenraum mit seinen Seitenzimmern ruhende Mitteltheil nach hinten infolge der gröfseren Bodenhöhe auf ebener Erde. Der Raum oberhalb des Bades fand nach hinten seine Fortsetzung in dem Bau einer Capelle, ebenfalls zu ebener Erde (Bl. 58 Abb. 6).

Von dem Oberbau hat sich folgendes noch erhalten:

1. Von dem Seitenbau über *o* und *p* Theile der West- und Nordmauer ohne Fensterreste.

2. Von dem Theil über dem Quellenraum Stücke der Hinterwand und die Südwand, während die Vorderwand schon frühzeitig ganz herabgefallen sein mufs, da man später etwas weiter zurück eine neue Mauer gebaut hat. Es kann diese nicht die ursprüngliche sein, da sie die Südmauer gerade auf einer vermauerten Thür (Blatt 58 Abb. 6, *v*) trifft und ferner mitten auf dem Gewölbe des Quellenraumes lastet, wodurch man gezwungen wurde, dasselbe durch den vorher erwähnten eingebauten Bogen zu stützen. Der Boden dieses Theiles ist jetzt durch aufgetragene Erde um ungefähr 60 cm erhöht, unter denen man noch die Thonziegel der alten Bodenfläche (16 cm im Geviert) finden kann mit einem schachbrettartigen Stempeleindruck auf der Unterseite (Bl. 58 Abb. 11).

3. Das Stockwerk über dem Bade (*s*), obgleich im Mauerwerk stark ausgebessert und mit späteren Thüren und Fenstern versehen. Da der Baderaum tiefer lag als der übrige Unterbau, war zwischen ihm und dem Oberstock ein 2 m hoher Raum eingeschaltet mit Balkendecke, von dem eine enge Thür über Stufen in den Chor der Capelle führte.

4. Die Capelle (*r*). Sie ist ein ganz einfacher ungegliederter rechteckiger Raum mit Holzdecke und Satteldach. An der Westseite befand sich eine Spitzbogenthür (*p*) mit kleinem Fenster darüber (Bl. 58 Abb. 3), doch erhielt sie am Ende des 15. Jahrhunderts einen geradlinigen Abschlufs durch einen Thürsturz mit der Inschrift IOA·AR·PAN·CAT·HAN·M·CCCC·LXXXX·III (Johannes Archiepiscopus Panormitanus Catanensis (H)anno 1493). Einer noch jüngeren Zeit gehören die Freskenreste des Innern an. Die Südseite hatte in der Mitte eine Thür und vier kleine Fenster, die Nordseite eine entsprechende Thür, aber nur die westlichen beiden Fenster, da an den östlichen Theil der Mittelbau sich anschlofs. — Was aufser diesen Ueberresten der vier Bautheile sich von Mauerwerk an Ort und Stelle noch befindet, ist jüngeren Datums.

Es bleibt uns nun noch übrig, die äufsere Erscheinung des Baues ins Auge zu fassen. Diese war infolge der verschiedenartigen Theile keine symmetrische. Der obere Abschlufs scheint

bei alten trotz des verschiedenen Grundniveaus in derselben Höhe gelegen zu haben, sodafs nur das Satteldach der Capelle über die übrigen, vermuthlich flachen Dächer hervorragte. Wie bei der Favara ist auch hier das Mauerwerk äufserlich aus regelmäfsigen Kalktuffquadern errichtet, die allerdings ein wenig kleiner sind als dort (16 cm gegen 20 cm Höhe). Die grofsen Quadern, wie sie bei Theilen des Stadtschlosses, der Favara und Zisa vorkommen, sind nur durch einzelne Fundamentsteine vertreten. Ein zweiter Unterschied von der Favara ist, dafs der äufsere Schmuck durch Mauerblenden nur an der Capelle seine Verwendung gefunden hat (Bl. 58 Abb. 3 u. 4), während die übrigen Theile einfach glatt waren. Die Unregelmäfsigkeit in der Breite der Blenden und der Anbringung der Fenster an der Längsmauer der Capelle (Bl. 58 Abb. 4) ist nicht Zufall oder Mangel an Gefühl für Symmetrie, sondern zeigt denselben Wunsch, den wir bei der Favara bemerkt haben, durch die äufsere Gliederung die innere Bedeutung des Raumes zu kennzeichnen. Es ist hier nur in der Fläche wiedergegeben, was in der Gliederung der Architektur nicht genügend ausgeführt war: die Eintheilung in Schiff, Vierung und Chor. Auch die Fenster sind so angebracht, dafs in die drei verschiedenen Theile Licht fällt, und dementsprechend wird auch ursprünglich eine innere Theilung durch Schranken vorhanden gewesen sein. Auf der Eingangsseite der Capelle waren die Blenden symmetrisch. Auch die Nordseite, deren gröfster Theil jetzt durch kleine Hütten verbaut ist, zeigte entsprechende Blenden, die zum Theil ebenso wie die Thür vermauert wurden. Hinter der breiten Blende setzt die Mauer des Mittelbaues an, die beiden letzten Blenden fehlen, da dies Stück schon ins Innere des Palastes fällt. Statt dessen führte dort eine jetzt vermauerte Thür mit scheitrechtem Bogen (*u*) in den Chor der Capelle. Nicht weit davon befindet sich noch eine zweite gleiche Thür (*v*) zum Raum über dem Bade, die durch die neu errichtete Vordermauer verbaut ist. Eine jetzt die Verbindung herstellende Thür ist jüngeren Datums.

Von der inneren Ausstattung ist, wie wir schon sahen, fast nichts erhalten. Basile fand 1856 noch ein Blattcapitell, welches als Sessel diente, auch das ist jetzt verschwunden. Auch ist von einer arabischen Inschrift, deren Spuren Di Marzo zu sehen glaubte, nichts zu bemerken.[25])

Von der näheren Umgebung des Palastes wissen wir sicher, dafs er einen Fischteich besessen hat, denn im 17. Jahrhundert wird derselbe noch erwähnt. Giordune Cascini, welcher 1651 in seinem Buch über die heilige Rosalia die verschiedenen aus der Normannenzeit stammenden Fischteiche bespricht, erwähnt nach der Zisa auch „einen andern Palast mit seinem ebenfalls kleinen Fischteich in derselben Richtung gelegen [wie die Zisa], genannt Scibè.“ Dafs „Scibè“ aber unser Palast ist, geht daraus hervor, dafs einmal „die Kirche in dem Garten mit Namen Scibene“ citirt wird mit Aufführung derselben Inschrift von 1493, die sich noch heute an ihrem Thürsturz befindet.[26]) Untersuchen wir das Gelände vor den Palastruinen, so finden wir in einer Entfernung von ungefähr 18 m vor der Ostseite den Boden plötzlich 2—2,30 m abfallen und durch eine ebenso hohe Mauer abgedämmt. Diese ist zum Theil aus regelmäfsigen alten Quadern zusammengesetzt wie der Bau selbst, zum Theil zerstört, stellt aber offenbar die alte Fischteichumfassung dar, da sie parallel der Schlofsfront verläuft, auf einer Strecke von 15 m, die der Länge des Mittelbaues entspricht, zu verfolgen ist und nach beiden Seiten auch in gerader Richtung vor dem Beginn der Seitenbauten ihr Ende findet.[27]) Das im Quellenraum hervorsprudelnde Wasser fand in diesem Teiche vor dem Portal seinen Abflufs; damit mag zusammenhängen, dafs sich in der Teichmauer gerade der Portalmitte gegenüber eine auffallend grofse Quader von 1,5 m Länge befindet.

Bei einem Ueberblick über den ganzen Bau kann man nicht leugnen, dafs er sich in mehrere verschiedenartige geartete Theile gliedert: in den Mittelbau mit dem anstofsenden, etwas vorspringenden Theil, mit einfachen Spitzbogenthüren und Fenstern, glattem Aeufseren und Unregelmäfsigkeiten in den Baulinien, zweitens in die Capelle, ganz regelmäfsig gebaut und in ihrem Aeufseren durch Blenden geschmückt und endlich in das nördliche regelmäfsige Rechteck mit schlichten Mauern, doch in einer anderen Flucht als der Mittelbau und durch Fenster ausgezeichnet, die in ihrer Ornamentation ganz von den anderen einfachen abweichen. Der Argwohn, dafs wir es hier mit Bauten verschiedener Zeit zu thun haben, wird auch nicht durch den Umstand beschwichtigt, dafs überall die gleiche Mauertechnik und die gleiche Quadergröfse herrscht, denn die Technik von Verkleidungsmauern und Füllwerk blieb lange Zeit dieselbe, und in der Gröfse der Quadern konnte man sich bei einem Anbau am leichtesten dem Alten anpassen.

Glauben wir nun an eine verschiedenartige Entstehung, so sind zwei Sachen als sicher anzunehmen, nämlich dafs der Mittelbau, an den sich alles anlehnt, der ursprüngliche Theil ist, und ferner dafs die Capelle unter Roger entstanden ist; denn eine solche fehlte bei keiner der wirklichen Wohnhäuser der normannischen Könige. Erweisen sich beide Theile als nicht zusammengehörig, so mufs man annehmen, dafs der Mittelbau mit dem Quellenraum schon arabischen Ursprunges war und Roger ihn nur durch Anbau einer Capelle zu seinem Wohnsitz umgestaltete. Und dies wird uns allerdings durch folgende Umstände bestätigt. Die Nordwand der Capelle zeigt an der Stelle, wo sie mit dem Mittelbau zusammenstöfst (*z*), einen von oben bis unten gehenden Spalt, der beweist, dafs dort keine Bindung vorhanden ist. Ferner hat das darauf folgende Stück Mauer des Mittelbaues nach dem Innern der Capelle zu eine derartige Glättung der Quadern, wie sie nur auf der Aufsenseite des Bauwerkes stattfindet, während die übrigen Wände der Capelle (die Ostseite ist wegen der Uebertünchung nicht zu beurtheilen) viel rauher behandelt sind. Auch erklärt uns ein solcher Anbau, dafs man auf die übliche runde Chornische verzichtete, da bei der Vorbedingung eines schon fertigen Baues und dem Zwang, der Capelle die Richtung von Westen nach Osten zu geben, bei dem schwierigen Gelände ihr eben keine andere Stelle einzuräumen war, während man bei einem ganz selbständigen Bau zu gunsten der Capelle wahrscheinlich andere Anordnung getroffen hätte. Den rechteckigen Theil nördlich vom Mittelbau dagegen möchte ich als eine Hinzufügung nach Rogers Zeit ansehen, vielleicht erst unter der Herrschaft der Hohenstaufen; denn im Widerspruch zu den Normannenschlössern

25) Di Marzo, *Storia delle belle Arti in Sicilia* I S. 268.

26) Rocco Pirro, *Sicilia Sacra* 1733 Vol. I S. 183. — Der Name Scibè, Scibene, Sirbene kommt auch sonst für diese Gegend und ihre Quelle vor.

27) Unmöglich ist es, dafs der Palast mitten in einem künstlichen Teiche stand, wie Mothes meint, dessen Angaben über diese Paläste überhaupt recht unzuverlässig sind (Die Baukunst des Mittelalters in Italien II S. 553).

steht das Fehlen der Wandblenden, vor allem aber die ornamentirte Fensterumrahmung, wie sie selbst an den reichsten dieser Paläste nicht vorkommt, und zwar mit dem Hundzahn, der auch an kirchlichen Bauten erst seit Wilhelm II. nachzuweisen ist. Auch die kleinen Consolen machen einen jüngeren Eindruck.

Ist nun bei diesem dem Roger zugeschriebenen Palast der Hanpttheil als schon unter arabischer Herrschaft entstanden zu denken, so könnte man das als einen Beleg für eine gleiche Annahme bei der Favara ansehen; doch ist eben dort keine solch verschiedenartige Zusammensetzung erkennbar.

Wie weit die Nachfolger Rogers dies Schlofs benutzten, darüber fehlen Nachrichten. Später finden wir es mit dem darumliegenden Gebiet im Besitz der Erzbischöfe von Palermo, ohne jedoch zu erfahren, wann es deren Eigenthum geworden ist. 1493 wurde die kleine Kirche von dem Erzbischof Johannes Paternò wiederhergestellt; von den Erzbischöfen ging der Besitz an die Familie Villafranca Agliata, und im 18. Jahrhundert sehen wir ihn in den Händen der Jesuiten. Jetzt bewohnen die Ruinen kleine Grundbesitzer, unter deren Händen der Verfall schnell weiterschreitet.

Zisa.

Die Nachfolger König Rogers fügten den Palästen, die jener ihnen hinterliefs, neue hinzu. Sein Sohn Wilhelm I. (1154—1166) erbaute sich am Ende seiner Lebenszeit ein Schlofs, durch das er die Werke seines Vaters überbieten wollte, das aber erst zur Zeit seines Nachfolgers die letzte Vollendung erhielt. Es ist dies die Zisa, etwas über einen Kilometer nordwestlich vom Stadtschlofs gelegen, jetzt inmitten von Strafsen, damals zum Park gehörig. Der alte Name war arabisch „El' Aziz“, das heifst „der Herrliche“, wie der Bau auch in der arabischen Inschrift des Quellensaales genannt wird. Daraus ist durch Italienisirung später L'Asisia und La Zisa geworden.[28])

Abgesehen von dem Complex des Stadtpalastes ist es der mächtigste von den königlichen Profanbauten, aufserdem macht er am wenigsten den Eindruck einer Ruine (Bl. 56 Abb. 4) und bewahrt wenigstens in einem seiner Räume noch einigermafsen das Gepräge der alten Zeit. Alles dies ist der Grund, dafs die Zisa der bekannteste jener Paläste ist, und dafs er am meisten Beschreibungen, Erwähnungen und Abbildungen zu verzeichnen hat.[29]) Von der gröfsten Wichtigkeit ist für uns eine ausführliche Beschreibung des Baues aus dem 16. Jahrhundert durch den Bolognesen Fra Leandro Alberti, die er 1567 zuerst drucken liefs in den „Isole appartenenti alla Italia“.[30]) Seitdem sind nicht nur im Innern grofse Umbauten vorgenommen, sondern auch die Fronten haben durch Umgestaltung sämtlicher alten Spitzbogenfenster in grofse viereckige Oeffnungen ihren Hauptreiz verloren. Mit Hülfe der alten Beschreibung ist man jedoch imstande, das Aeufsere vollständig wiederherzustellen, da über den neu eingesetzten Fenstern zum Theil noch die oberen Enden der alten vermauerten sichtbar sind, und dadurch ihre Mafse genauer angegeben werden. Wie Alberti beginnen wir mit der Betrachtung der Aufsenseite und ziehen zur Reconstruction seine Angaben heran.

Der Bau erhebt sich über einem Rechteck von 36,40 m Länge und 19,60 m Breite, in der Mitte der beiden kurzen Seiten springt ein Vorbau von 4,35 m Breite um einige Meter heraus. Die Höhe beträgt 26,20 m und theilt sich in drei Stockwerke, deren mittelstes niedriger ist als das untere und obere. Eine Dachbrüstung von 0,80 m bildet den Abschlufs. Das ganze Gebäude ist aus regelmäfsigen sorgfältig behauenen Kalktuffquadern errichtet, das Erdgeschofs aus den grofsen 0,50 m hohen, 0,90 bis 1,50 m langen Stücken wie am Fundament der Favara und am pisanischen Thurm, die oberen Stockwerke aus der kleineren Sorte, die hier durchweg die Verblendung bildet.

Das wuchtige Erdgeschofs enthält eine grofse Zahl von Eingängen. Auf der nach Osten gewandten Vorderseite (Bl. 59 Abb. 1) befindet sich in der Mitte eine riesengrofse 10,5 m hohe Thür, oben im leichten Spitzbogen geschlossen. Im 17. Jahrhundert wurde der obere Theil vermauert, ein flacher Bogen darunter eingesetzt und der alte Bogenschlufs durch eine Thür mit Balcon durchbrochen. Dies Portal, welches Alberti noch in seiner vollen Ausdehnung sah, führte in einen hohen Raum, der dementsprechend durch das nächste Geschofs durchgeführt war. Der innere Thürbogen wird durch zwei Paare gekuppelter Marmor- und Granitsäulen getragen. Eine gleich gebaute, doch bedeutend kleinere Thür öffnet sich zu jeder Seite des Mittelportals. Die Umrahmung durch Blenden ist dieselbe, nur waren die Säulen hier in die Ecken der Leibung eingefalzt, jetzt fehlen sie. Die Thürschwelle liegt bei allen drei Thüren 1 m oberhalb des Erdbodens, sodafs Treppen hinaufgeführt haben müssen, die jetzt an den Seitenthüren nicht mehr vorhanden sind. Ueber dem Unterbau erheben sich aus kleineren Quadern die beiden anderen Stockwerke mit feinerer Gliederung. Der Mittelstock zeigt auf beiden Seiten, wo er selbständige Innenräume besitzt, zwei einfach eingestufte spitzbogige Wandblenden. Eine Kehlleiste umzieht diese Blenden, bildet zwischen ihnen den unteren Abschlufs des Stockwerkes und steigt zu beiden Seiten des Mittelportals zu einer gleichen Kehlleiste hinauf, die dies Geschofs vom obersten trennt. Ein Stück verbindender Leiste neben der inneren der beiden Blenden stellt zu jeder Seite des Portals ein völlig umschlossenes Mauerrechteck her mit zwei Ansätzen von Hohlkehlen, die plötzlich abbrechen wie an entsprechenden Stellen der Rückseite des Palastes (Bl. 59 Abb. 2). In jeder der Blenden befand sich ein gekuppeltes Fenster mit Marmorsäule und mit einem kleinen Fenster in der Mitte darüber, wie sie genau von Alberti beschrieben sind. Am meisten Aufklärung geben uns die Fensterreste an den beiden Risaliten der Seiten. Eine ganz ähnliche Fensteranlage mit den etwas gestelzten Bogen und ziemlich kurzen Säulen zeigt auch die Südmauer des Klosters von Monreale.[31])

Die neun Blenden des obersten Stockwerkes sind von verschiedener Breite. Die Kehlleiste, welche dieses vom mittleren trennt, zieht sich an den äufseren Kanten empor und dann um sämtliche Blenden herum, steht aber hier in einem anderen Verhältnifs zur Mauerfläche als im Stockwerk darunter, weil sich die von den Blenden ausgeschlossene Mauerfläche in derselben Ebene befindet wie die obere Fläche der Leiste, während im Mittelstock die Leiste frei über der Mauerfläche liegt. Die Anordnung zu oberst ist übereinstimmend mit der an der Aufsenseite der Capella Palatina (Bl. 57 Abb. 6). Die vier Blenden des Oberstockes, welche denen des mittleren entsprechen, hatten ebenso wie diese ein gekuppeltes Fenster und statt des

28) M. Amari, *Storia dei Musulmani etc.* III S. 491.

29) vgl. oben Seite 543 Anm. 6.

30) Abgedruckt bei Di Marzo, *Delle Belle Arti in Sicilia* 1858. Vol. I S. 281 ff.

31) Gravina, *Il Duomo di Monreale* Taf. 3 C.

kleinen Spitzbogenfensters darüber ein Rundfenster. Die beiden schmalen Blenden zu jeder Seite der Mitte besafsen nur ein einfaches Fenster, die Mittelblende selbst ein gleiches in mittlerer Höhe, denn der hinter ihr liegende Saal brauchte keine Lichtzufuhr, da er nach oben offen war. Als oberes Kranzgesims dient eine etwas verstehende, nur schwach geneigte Schräge, über der sich die Brüstung erhebt, die mit einer gleichen Schräge abschliefst. Eine mit Rankenwerk ornamentirte cufische Inschrift zieht sich an der Brüstung, ein Palmettenornament an den Schrägen entlang, beides in flachem Relief, jetzt stark verwittert.[32]) Schon vor der Zeit Albertis ist die Brüstung in Zinnen zerschnitten worden, wodurch die Inschrift zerstückelt wurde. Michele Amari, der Uebersetzer sicilianisch-arabischer Inschriften, sucht die Bruchstücke auf den 19 östlichen Zinnen auszulegen, deren einzelne Worte wie Sieg, edler Palast, Ruhm, Stern, Vertheidiger usw. andeuten, dafs es sich hier um eine ähnliche Inschrift handelt, wie wir sie bei der Cuba finden werden, und die hier entweder den ersten Erbauer Wilhelm I. oder, was wahrscheinlicher, den Vollender Wilhelm II. pries.[33])

Die Anordnung der kürzeren, unter sich symmetrischen Nord- und Südfront zeigt Bl. 59 Abb. 6. Die Behandlung der verschiedenen Stockwerke ist ganz die gleiche wie auf der Vorderseite. Im Norden schliefst sich an die östliche Thür die Folge von Räumen, die nach der Capelle hinüberleitet (Text-Abb. 20). Der das Hauptgebäude überragende kleine Thurmaufsatz mit Zeltdach ist spätere Zuthat. Ebenso die drei rechteckigen Aufbauten in der Mitte des Daches.

Die Rückseite des Palastes endlich macht einen einfacheren Eindruck (Bl. 59 Abb. 2). Alberti giebt von ihr keine Beschreibung, aber die Erhaltung reicht hin, um die frühere Gestalt bis auf einige Kleinigkeiten genau zu erkennen. Das Untergeschofs enthält keine Thüren, sondern nur acht schiefsschartenartige Fenster. Im ersten Stock befindet sich an jeder Seite nur eine Blende, nach welcher die Kehlleiste schon zum Abschlufs des Geschosses emporsteigt. Die grofse, in der Mitte liegende Fläche ist hier ohne Blenden und nur mit kleinen Bogenfenstern versehen. Hinter ihr liegen auch keine Wohnräume, sondern nur Verbindungsgänge. Das Obergeschofs mit zahlreichen Blenden und einfachen Fenstern unterscheidet ebenfalls diejenigen vor den Wohnräumen durch wiederholte Einstufung von denen vor Verbindungsgang und kleinen Hinterräumen. Ob die Mittelblende ein Fenster hatte, ist infolge der Zerstörung nicht mehr festzustellen.

Abb. 20.
Zisa. Grundrifs des Erdgeschosses mit Capelle und Fischteich.

Wenn man den Palast durch das grofse Mittelthor betritt (sieh Grundrifs Text-Abb. 20 und Ansicht Bl. 59 Abb. 1), gelangt man zuerst in eine Vorhalle, welche sich an der ganzen Vorderseite des Baues entlangzieht und durch fünf Thüren von aufsen zugänglich ist. Sie besitzt im mittleren Theile die Höhe von zwei Geschossen und ist in der Mitte durch ein Kreuzgewölbe bedeckt, das sich nach beiden Seiten als Tonne fortsetzt. Weiter seitwärts sinkt die Höhe um ein Stockwerk herab, und zwei Kreuzgewölbejoche bedecken den Theil bis zum Ausgang. Jetzt ist auch der mittlere Theil der Halle durch eine flachgewölbte Decke auf die Höhe der Seitentheile herabgedrückt und dadurch eine entsprechende Halle darüber im ersten Stock entstanden. Alberti nennt das Kreuzgewölbe in der Mitte der Halle (also jetzt im ersten Stock) „vergoldet", danach ist anzunehmen, dafs es mit Mosaik geschmückt war. Jetzt ist es weifs getüncht. Auch der grofse Spitzbogen, der von der Vorhalle in den Mittelsaal hineinführte, ist dementsprechend oben zugemauert. Er ruht ebenfalls auf zwei Paar gekuppelter Säulen aus Marmor und Granit mit Blättercapitellen aus Marmor, auf denen ein Kämpfer mit Blattranke aufliegt (Text-Abb. 21). Auch der innere Thürbogen war nach Alberti mit Mosaik bedeckt. Ueber den Capitellen beginnt ein breites Ornamentband aus Stuck, welches den ganzen Thürbogen umrahmte und sich dann an den Seiten wagerecht als Fries in der Vorhalle entlangzog. Dieser Fries besteht aus einem mit Blattwerk verzierten arabischen Schriftband zwischen je zwei sich umwindenden Stricken und bekrönt von einer Reihe neben einander aufrechtstehender Blätter. Leider ist bei dem Umbau der



Abb. 21. Zisa. Säulencapitelle der Vorhalle.

32) Mäfsige Abbildungen eines Stückes dieser Brüstung bei Girault de Prangey, *Essai sur l'architecture des Arabes et des Mores* 1841 Pl. 13 Abb. 3, und O. Mothes. Die Baukunst des Mittelalters in Italien II Abb. 144 S. 548.

33) M. Amari, *Le epigrafi arabiche di Sicilia* in der *Rivista Sicula di Scienze, Letteratura ed. Arti* III 1870.

ganze obere Theil von Ornament und Inschrift zerstört. Den Anfang und das Ende der Verse, soweit sie erhalten sind, hat Amari übersetzt, in ihnen wird in begeisterten Worten der Palast und der König Wilhelm II. gepriesen.[34])

Durch das Portal mit solchen Versen trat man in den Quellenraum, dessen Aehnlichkeit in der Gesamtanordnung mit dem des Schlosses Menani sofort in die Augen springt. Von der quadratischen Mitte tritt an drei Seiten eine rechteckige Wandnische zurück, die durch eine hoch aufsteigende Halbkuppel von Stalaktitenbildungen, welche Alberti mit einem Tannenzapfen vergleicht, abgeschlossen wird (Text-Abb. 22). Die frühere Farbigkeit derselben ist ebenso wie bei den Stuckornamenten der Vorhalle einer weifsen Tünche gewichen. In den sechs Ecken von Nische und Wand sind kleine Granitsäulen eingefalzt mit attischen Basen und Capitellen aus weifsem Marmor, die aus zwei Akanthusblattkränzen über einem Wulst bestehen mit zwei Vögeln an jeder Seite, die zur Ecke gewandt an einer dort als Volute gebildeten Ranke picken. Auf den antiken Abacus ist in byzantinischer Weise bei allen Säulen noch ein niedriger Kämpfer aufgesetzt. Die mit weifsem Marmor bekleideten Wände sind durch Mosaikbänder mit geometrischem Ornament, das von zwei Rundleisten eingefafst wird, in Felder getheilt. Oben wird die Bekleidung durch einen breiten in Mosaik hergestellten Ornamentstreifen mit palmettenartigen Blüthen abgeschlossen. Im 17. Jahrhundert sind die Marmorplatten zum Theil durch Malereien ersetzt und die unteren Theile der Wände mit blau und weifs glasirten Fliesen bekleidet, die an die Stelle älterer getreten sind (Text-Abb. 23).



Abb. 22. Zisa. Stalaktitenhalbkuppel im Quellenraum.

An der Hinterwand der Mittelnische reicht das Mosaik höher hinauf und bildet ein gröfseres Feld mit Ranken auf Goldgrund und drei Medaillons (Text-Abb. 24). Das mittlere enthält einen stilisirten Oelbaum mit Vögeln und zu jeder Seite einen Mann, der mit der Armbrust auf die Früchte pickenden Zweigbewohner zielt. Die unter sich gleichen Seitenmedaillons zeigen eine Dattelpalme mit zwei symmetrischen Pfauen, die von deren Früchten fressen. Unterhalb des Mosaiks entspringt aus der Mitte der Hinterwand eine Quelle (Text-Abb. 23). Den Ausflufs schmückt ein in Mosaik eingelegter gekrönter Adler auf Ranken, das Wasser fliefst dann über schräge, ebenfalls mit Mosaik geschmückte Marmorplatten hinab, die an jeder Seite von einer kleinen Marmortreppe mit tannenzapfenartiger Bekrönung begrenzt werden. Am Fufs des Falles sammelt sich das Wasser zunächst in einem kleinen Becken und fliefst dann mitten durch den Raum hindurch in einem 30 cm breiten Canal, der sich noch zweimal zu einem kleinen quadratischen Becken erweitert, bis zur Vorhalle, wo es unter dem Boden hinausgeleitet wird in ein jetzt verschüttetes Wasserbecken dicht vor dem Palast. Zu Albertis Zeit durchflofs es auch die Vorhalle, auch war der Boden der kleinen Becken mit Fischen in Mosaik geschmückt, die sich in dem fliefsenden Wasser zu bewegen und zu leben schienen. Marmorfliesen deckten den Boden, und ein Marmortisch auf vier Säulchen mit reichen Capitellen lud Alberti zum Mahle ein. Einige Marmorstücke mit arabeskem Ornament am Boden sind noch Reste der früheren Ausstattung.

Die Aehnlichkeit des Quellenraumes mit dem des Schlosses Menani trifft nicht nur in der Form zu, auch hier befindet sich in der Mitte der beiden Seitennischen eine Thür, durch welche man in die Seitentheile des Gebäudes gelangte, und ebenso wie im Menani-Palast sind diese Seitentheile durch einen höher gelegenen Gang hinter dem Quellenraum miteinander verbunden (Grundrifs des ersten Stockes Bl. 59 Abb. 5). Nach Alberti gelangte man durch die Seitenthüren des Mittelraumes je zu einer Wendeltreppe, auf der man auf 38 Stufen zum oberen Stockwerk hinaufstieg. Die Treppenanlage ist vollständig zerstört, wie es bei den meisten mittelalterlichen Bauten geschehen ist, wenn sie sich den Bedürfnissen späterer Jahrhunderte anpassen mufsten. Die nördliche Hälfte der Zisa enthält jetzt ein breites Treppenhaus, welches grofse Abänderungen in der Anlage dieses Gebäudetheiles zur Folge hatte, aber auch im südlichen Theile sind mehrere kleine Treppen neu angebracht und die alten zerstört. — Da der Bau, was uns auch Alberti bestätigt, vollständig symme-

34) M. Amari, *Le epigrafi etc.* a. a. O. — Deutsch übersetzt lautet die Interpretation Amaris:

„So oft du willst, sieh das Besitzthum hier, das schönste
Des herrlichsten der Königreiche in der Welt,
Das Meer und das beherrschende Gebirge,
Defs Gipfel von Narzissen ist gefärbt.
— — — — — — — — —
Du wirst den grofsen König des Jahrhunderts sehen im schönen Wohnsitz,
Ihm ziemt die Pracht, ihm ziemt die Freude,
Hier ist das ird'sche Paradies, das sich den Blicken öffnet,
Hier ist der Mostaïsz und dies das Schlofs El Aziz."

„Mostaïsz" („der nach Herrlichkeit Strebende") ist nach Amari der Titel Wilhelms II.

trisch war, so können wir die Reste des Alten, das sich auf beiden Seiten findet, zu gegenseitiger Ergänzung benutzen. Danach bleibt nichts anderes übrig, als das alte Treppenhaus so anzunehmen, wie der Grundrifs im Text Abb. 20 zeigt. Die Enge und Dunkelheit desselben ist bei mittelalterlichen Anlagen nichts Seltenes, und hier kam noch eine gewisse Rücksicht auf Vertheidigung hinzu. In einem Winkel des nördlichen Gebäudetheils, zugänglich durch eine Thür vom jetzigen Treppenhaus, befindet sich eine kleine Wendeltreppe, die in einer halbrunden Mauervertiefung von unten bis in den Mittelstock führt. Dies ist der



Abb. 23. Zisa. Quellenraum.

Punkt, der die gröfste Wahrscheinlichkeit auch für die Lage der alten Treppe besitzt. Im zweiten Geschofs finden wir eine Treppe in der Mauer über der einen Seitenthür des Mittelraumes selbst. Diese Stelle ist ebenfalls in Betracht zu ziehen, bietet aber wenig Wahrscheinlichkeit.

Man kam aus dem Quellenraum zunächst in zwei parallele Gänge, die ihr Licht durch die Hinterwand erhielten und in der Mitte sich zu einem etwas gröfseren Raum erweiterten. Ob man von dort auch zu den beiden seitlichen Zimmern Zugang hatte, ist zweifelhaft. Beide hatten eine Thür nach dem Garten, innere Thüren aber sind, wenigstens in alter Gestalt, nicht mehr zu bemerken. Auch erwähnt Alberti diese Räume gar nicht, während er das ganze Innere beschreibt, was darauf schliefsen läfst, dafs sie mit dem übrigen Hause nicht in Verbindung standen, sondern nur vom Garten aus zugänglich waren. Die Thürnischen der beiden hinteren Eckräume sind noch jetzt mit je einer kleinen Stalaktitenkuppel bedeckt, die in der Mitte einen achteckigen Stern bildet. Die Decken sämtlicher Zimmer bestehen in Kreuzgewölben.

Wenn man nun, wie Alberti, auf der Wendeltreppe den ersten Stock bestieg, fand man dort eine ähnliche Anordnung vor wie unten (Bl. 59 Abb. 5). Hier handelte es sich nur um die beiden Seitentheile, da die Mitte noch zu dem unteren Quellenraum gehörte. Die seitlichen Gänge sind zu gunsten eines etwas gröfseren freien Raumes verkürzt und beide Seiten durch einen Gang zwischen Quellenraum und Hinterwand des Palastes miteinander verbunden. Die drei seitlichen Gemächer schliefsen hier auch den Theil mit ein, der sich über den niedrigeren Ausläufern der Vorhalle entlang zieht. Sie sind ebenfalls von Kreuzgewölben bedeckt, und in den Fensternischen des Vorderzimmers und des Risaliten sind auf dem nördlichen Gebäudetheile noch die arabesken Stalaktitendecken erhalten, und zwar in einer anderen Form als im Erdgeschofs.

Auf der Fortsetzung der Wendeltreppe stieg man auf weiteren 30 Stufen zum obersten Geschofs hinauf (Bl. 59 Abb. 4) und gelangte zunächst auf einen gleichen Vorraum wie unten, jedoch mit dem Unterschiede, dafs derselbe unbedeckt war. Von ihm führte eine Thür nach dem Mittelhof, der in der Form genau dem darunter liegenden Quellensaal entsprach und auch noch so erhalten ist, der aber nach Alberti in seinem mittleren Quadrat offen und nur in den Seitennischen durch Stalaktitenhalbkuppeln bedeckt war. Eine Bemerkung Albertis über vier Marmorsäulen,

welche die Gewölbe um den Hof trugen, ist wohl auf die vier Säulen zu beziehen, die, wie unten, den vorderen Eingangsbogen zu diesem Mittelraum trugen, und nicht auf eine Säulenstellung noch innerhalb desselben. Jetzt sind die Stalaktiten verschwunden und die Mitte geschlossen. In den verschiedenen Ecken sind wie unten Falze mit Säulen. Die Vorhalle war oben offenbar geschlossen. Die Masse der Vordermauer ist durch zwei kleine Kämmerchen verringert, ebenso die der Mauerpfeiler vor dem Mittelsaal. Von dem kleinen Hof, in dem die Treppe mündete, gelangte man auch in die umliegenden Seitenräume; arabeske Nischenbekrönungen finden sich jetzt nur noch in dem südwestlichen Eckzimmer, doch sah Alberti noch mehrere. Ein Gang hinter dem Mittelraum verbindet auch in diesem Stockwerk beide Seiten miteinander. Endlich gelangte man auf das flache Dach, nach Alberti ebenfalls auf zwei Wendeltreppen von 38 Stufen.

mit Marmorfufsboden und gekuppelten Fenstern mit Säulen. Heute kann man nur noch einen Theil des Fundaments auf dem Erdboden wahrnehmen, der aber zur Feststellung von Lage und Gestalt genügt. Das Mittelfenster bot danach einen geraden Blick durch das Hauptportal auf die Quelle des Mittelraumes.

Zum Schlofs gehörte auch die nahe kleine Capelle, welche jetzt als Sacristei einer später darangebauten gröfseren Kirche dient. Sie ist mit dem Schlofs selbst verbunden durch eine Reihe von zehn Zimmern mit Kreuzgewölben und nicht mehr genau bestimmbaren Thüren und Fenstern. Sie haben die Höhe des Untergeschosses des Palastes und bilden auf ihrem Dach noch heute eine Terrasse, die aus dem ersten Stockwerk zur Kirche führt.

Die Capelle ist ähnlich derjenigen der Favara. Sie besteht ebenfalls aus dem eigentlichen Schiff und dem durch einen spitz-



Abb. 24. Zisa. Mosaik im Quellenraum.

Ob diese eine Fortsetzung der unteren Treppe oder an einer anderen Stelle angebracht waren, ist nicht zu bestimmen. Die offenen Unterbrechungen des Daches durch die drei unbedeckten Höfe des Oberstocks (*d* und *i*) sind durch drei Aufbauten des 17. Jahrhunderts geschlossen worden.

Es bleibt uns nun noch übrig, die nächste Umgebung des Palastes zu betrachten (vgl. Text-Abb. 20). Alberti sah, als er die Stufen des Hauptportals herabschritt, dicht vor sich einen quadratischen Fischteich, der von der Quelle, die die Halle durchflofs, gespeist wurde. Dieser Fischteich ist verschüttet, doch eine am Boden sichtbare Linie von rothangestrichenem Cement verräth an einigen Stellen die alte Grenze. Die Linie, parallel der Palastfront, erreicht ihr Ende vor dem äufseren Pfosten des nördlichen Nebenportals. Wir brauchen diese Linie nur bis zu dem symmetrischen südlichen Punkt zu ergänzen, so stimmt die Länge mit der Angabe des Alberti, und da dieser den Teich als quadratisch angiebt, können wir ihn leicht reconstruiren. Im Wasser erhob sich ein kleines Häuschen, welches nach Alberti vermittelst einer kleinen Brücke zugänglich war. Es hatte zwei Zimmer mit Kreuz- und Stalaktitengewölben,

bogigen Gurt davon getrennten rechteckigen Chorraum mit drei über den Halbkreis hinaus vertieften Nischen, deren seitliche erst 1,15 m über dem Boden einsetzen, während die mittlere unten von Ecksäulen eingefafst war. Als dritter Bautheil ist hier aber noch eine westliche Vorhalle hinzugefügt; das Portal zu ihr ist jetzt vermauert. Der Chortheil ist höher als das Schiff und trägt eine Kuppel, die aus Quadern aufgebaut und mit Cement überzogen ist, auf dem Spuren des üblichen Roth erhalten sind, wie es sich auch bei anderen gleichzeitigen Kuppeln, wie auf S. Cataldo und S. Giovanni degli Eremiti in Palermo, findet. Da der Chorraum eine gröfsere Breite als Tiefe besafs, wurde zur Ueberwölbung zunächst an beiden Schmalseiten ein Streifen von Stalaktiten vorgesetzt, bis die Oeffnung zum Quadrat verkürzt war, und dieses dann durch zweimal abgestufte Gewölbzwickel zum Achteck umgestaltet, über dem die Kuppel errichtet wurde.

Die Entstehungszeit der Zisa mufs um das Jahr 1166 angesetzt werden; denn sowohl Romualdus Salernitanus[35]) als auch

35) Pertz, *Scriptores* XIX S. 435.



Hugo Falcandus[36]) berichten, dafs Wilhelm I. am Schlufs seines Lebens diesen Bau mit grofser Schnelligkeit errichten liefs, aber vor der endgültigen Vollendung 1166 starb. Besonders die innere Ausstattung fiel also wohl schon in die ersten Jahre Wilhelms II., auf den nach Amari auch die Inschrift am Eingang des Quellenraumes hinweist. Wilhelm I. hatte den Palast vermuthlich als Ersatz für das zu kleine Schlofs Menani erbaut, welches den Anforderungen des vergröfserten Hofes nicht mehr genügte. Die Zisa bleibt dann der Wohnsitz der Könige; Friedrich II. bezeichnet sie als „palatium nostrum."[37]) Dafs er sie im Jahre 1220 dem Ritter Dalmaus de Rocabert übergab, ist eine Fälschung des Genealogen Mugnos wie so viele seiner Angaben.[38]) Karl von Anjou erwähnt sie 1278 noch unter seinen Schlössern.[39]) Erst 1367 räumte Friedrich III. aus dem Hause Aragonien die Zisa einem Thomas de Jeremia zum Bewohnen ein[40]), und von der Zeit an wurde sie von den Königen, in dessen Besitz sie noch blieb, an verschiedene Günstlinge verliehen, schliefslich von Alfons dem Grofsmüthigen um die Mitte des 15. Jahrhunderts an seinen Hofpoeten, den Antonius Beccadelli, genannt Panormita, und nach dessen Tod an seinen Sohn. 1489 geht der Palast in den Besitz des Vicekönigs Ferdinand Acuña über.[41]) Ueber die folgenden Besitzer erwähnen Fazellus und Alberti nichts. Erst im Jahre 1636 wird der Bau, wie uns Inschriften desselben mittheilen, Eigenthum des Spaniers Don Juan de Sandoval, unter dem die hauptsächlichen Umbauten stattgefunden haben. Allerdings blieb damals noch der Fischteich bestehen, denn noch Giordano Cascini sah ihn 1651,[42]) und erst in der Mitte des 18. Jahrhunderts berichtet Amico, dafs er nicht mehr vorhanden. Auch die gekuppelten Fenster mit ihren Säulen sind vielleicht noch bis in den Anfang unseres Jahrhunderts erhalten gewesen, da Morso die Beschreibung Albertis ganz übereinstimmend findet und bei den Fenstern nichts Gegentheiliges bemerkt.[43]) Der Palast blieb seit dem 17. Jahrhundert bei den Nachkommen der Familie Sandoval, als deren heutiger Vertreter der Marchese di San Giovanni ihn bewohnt.

Cuba.

Der zuletzt erbaute Palast der normannischen Dynastie ist die von Wilhelm II. errichtete Cuba. Der Name des Königs wird in der arabischen Inschrift, die den Bau krönt, mitgetheilt. Es scheint, dafs wir es hier mehr mit einer Festhalle als mit einem zum Wohnen hergerichteten Palast zu thun haben. Gerade ein Kilometer in südwestlicher Richtung vom Stadtschlofs liegt in dem Hof einer Artilleriecaserne an der Strafse nach Monreale die Ruine des alten Bauwerks (Bl. 56 Abb. 3). Der südwestliche Theil der Fronten ist zum grofsen Theil zerstört und durch neueres Mauerwerk ersetzt, und die Raumtheilung im Innern ist durch Einrichtung mehrerer Stockwerke, eines Treppenhauses und vieler Zwischenwände eine ganz andere geworden als ursprünglich. Die neueren Einbauten sind jedoch leicht auszuscheiden, und es ergiebt sich dann ein durchaus regelmäfsiger Bau, der zur Längsachse fast vollständig symmetrisch ist.

Die Gestalt ist einfach (Bl. 57 Abb. 4); über einer rechteckigen Grundform von 31,15 m Länge und 16,80 m Breite steigen die aus regelmäfsigen Quaderschichten von 18 cm Höhe errichteten Mauern 16 m empor. In der Mitte jeder Seite tritt ein Risalit von gleicher Höhe und von verschieden grofser Grundfläche vor. Der südwestliche gröfste Risalit (*a*) bildete auch den einzigen Zugang zum Schlofs vom Lande aus, denn es war ganz von Wasser umgeben und nur an dieser Stelle verband es ein schmaler Landstreifen mit dem Ufer des grofsen künstlichen Wasserbeckens, welches jetzt in einen Casernenhof verwandelt ist. Dementsprechend ruht auch der Palast auf einem festen Unterbau von über 3,5 m Höhe, der jedoch auch nur mit den kleinen Quadern verblendet ist (vgl. die Aufrisse auf Bl. 57). Während dieser dem Wasser ausgesetzte Theil, der vermuthlich auch mit dem gewöhnlichen rothbemalten Cement bestrichen war, ganz schmucklos ist, sind darüber die Fronten durch eine Reihe von Blenden geschmückt. Keine Gesimse theilen die Mauern in verschiedene Stockwerke und den oberen Abschlufs bildet nur eine wenig vortretende Schräge mit Palmettenornament und darüber zwischen zwei Platten ein 40 cm hoher Fries mit einer arabischen Inschrift.[44]) Diese ist an der Südwest- und Südostseite gänzlich zerstört, dagegen auf den beiden anderen Seiten bis auf einige Lücken erhalten. Amari, dem es endlich gelang die Inschrift zu übersetzen, fand darin das Lob des Palastes und seines Bewohners Wilhelm II. mit dessen Namen und der Jahreszahl 1180.[45]) Dafs der Bau nur die Erneuerung eines älteren gewesen sei, sagt die Inschrift keineswegs, der einheitliche Aufbau und die reiche Ausbildung der Blenden spricht für das Gegentheil.

Die Südwestseite, also der Eingang, ist zum gröfsten Theil zerstört und durch späteres Mauerwerk ausgebessert. (Auf den Aufrissen auf Bl. 57 sind die zerstörten Theile entweder weifs gelassen oder ohne Quaderandeutung ergänzt.) Auch die Langseiten sind nicht ohne Lücken, besonders nach Westen. Soweit das Erhaltene Aufschlufs giebt, sind beide Seiten genau sym-

---

36) Muratori, *Rer. Italic.* Ss. VII S. 302.

37) Huillard-Bréholles a. a. O. Tom. V P. I S. 571.

38) Filadelfo Mugnos, *Teatro Genealogico delle famiglie etc. di Sicilia* 1647 Bd III unter Rocabert.

39) M. Amari, *La guerra del Vespro Siciliano* 1876 I. S. 67.

40) Amico, *Lexicon Topographicum Siculum* 1759 Tom. II P. I.

41) ebendort.

42) Di S. Rosalia libri tre. Palermo 1651. Digress. I.

43) Morso, *Descrizione di Palermo antico.* Palermo 1827. S. 168. — Die Abbildungen der Zisa, die Hittorf und Zanth 1835 und Gally Knight sowie Girault de Prangey 1840 und 1841 veröffentlichten, und welche sämtlich die alten gekuppelten Fenster zeigen, allerdings nicht von Säulen, wie es ursprünglich der Fall war, sondern von dünnen Pfeilern getheilt, beruhen, wie Girault de Prangey selbst angiebt, nicht auf Abbildung des Vorhandenen, sondern auf Reconstruction des Zeichners.

44) Abbildung eines Stückes der Inschrift bei Girault de Prangey, *Essai sur l'architecture etc.* Pl. 13 Abb. 2.

45) M. Amari, *Le epigrafi etc.* in *Rivista Sicula etc.* Tom. II 1870. — Es sind Bruchstücke eines in dem heroischen Versmafs der Araber geschriebenen Gedichtes, auf der N.W.-Seite:

„(Im Namen Gottes) des gnädigen Barmherzigen,
Verweile, halte still und staune! Du wirst erschaun das herrliche Gemach
Des herrlichsten der Könige der Erde, Wilhelms II.,
Nicht giebt's ein Schlofs, das seiner würdig sei und nicht genügen
Die Säle . . . . . .
. . . . . . es kehrt zurück der Mosta'isz zu seiner Mufse,
Da ihm geziemt, dafs er nicht . . . . . ."

Auf der N.O.-Seite:

„. . . . . . sind verglichen worden
Mit den Zeichen der Zeit und mit den berühmtesten Epochen.
Und von unserm Herrn, dem Messias, tausend und hundert,
Hinzugefügt achtzig, was ich in Buchstaben folgen lasse K.L.SC.N.
So möge Gott, dem Lob sei, ihm verlängern (sein Leben) und fortsetzen
Sämtliche Wohlthaten, die er ihm vergönnt hat,
Und lange Tage noch mit Macht und Frieden."

metrisch gewesen, sie ergänzen einander daher auf einzelnen Stellen für die Reconstruction.

Die sämtlichen Mauern sind nach aufsen durch grofse, leicht spitzbogige Blenden geschmückt, die von einer Leiste mit Hohlkehle umrahmt sind, welche bis an den Unterbau hinabreicht, dort umbiegt und wagerecht bis zur nächsten Blende fortläuft, um dort wieder emporzusteigen. Die einzelnen Blenden unterscheiden sich voneinander durch verschiedene Zahl der Einstufungen und durch die Belebung ihrer Fläche. Die letztere findet statt durch kleine im Kreisabschnitt vertiefte Nischen mit fünf- oder siebentheiligem, muschelförmigem Abschlufs nach oben. Unter solchen Nischen folgt eine wechselnde Zahl von einfachen Fensterblenden und darunter eine einzige Reihe entsprechender wirklicher Fensteröffnungen, die ebenso wie die Blenden nur durch schmale Mauerpfeiler voneinander getrennt sind. Mittelsäulen wie an der Favara oder Zisa sind hier offenbar nicht vorhanden gewesen. In den Risaliten war endlich unterhalb der Fenster vermuthlich schon ursprünglich noch eine breite Thüröffnung mit scheitrechtem Bogen, die Blick und Zugang zum Wasser eröffnete (dieselbe ist durch ein Versehen auf den Ansichten Bl. 57 Abb. 1 und 3 nicht angegeben). Die Thür der Eingangsseite war schmäler als die anderen, es entsprach dies einer deutlichen Absicht, die vom Lande zugängliche Seite im Nothfall leichter vertheidigen zu können. Aus demselben Grunde hat diese Seite eine gröfsere Mauerstärke und keine Fenster, sondern nur zwei schiefsschartenartige Oeffnungen, welche schräg nach innen laufen. Auch waren an dieser Seite (Bl. 57 Abb. 2) die Wandblenden oben geradlinig abgeschlossen, und in der linken Ecke von Risalit und Wand sind darüber noch zwei hufeisenförmige Ansätze von Gewölbekappen sichtbar, die, wie es scheint, einen Zwickel eingeschlossen haben. Was diese getragen haben, ist nicht mehr zu bestimmen.



Abb. 25. Cuba. Stalaktitenüberreste im Mittelraum.

Wir betreten nun auf der zuletzt besprochenen Eingangsseite (jetzt geschlossen) das Innere (Grundrifs Bl. 57 Abb. 4) und gelangen zunächst in die Nische (*a*), die vom Vorsprung gebildet und durch eine spitzbogige Tonne bedeckt wird. In den Ecken sind noch Falze für Säulen sichtbar. Dann folgt ein fast quadratischer Raum, der sich nach allen drei Seiten durch je einen fast die ganze Höhe und Breite einnehmenden Spitzbogen öffnet, und zwar zur Seite je in eine kleinere Abtheilung (*c*), dem Eingang gegenüber nach dem grofsen Mittelhof. Dieser, 14 m im Geviert messend, nimmt die ganze Tiefe ein und hat an den beiden Aufsenseiten je eine Nische, die den Risaliten der Längsseite entspricht. Die neuen Einbauten haben nur ungefähr ein Drittel des alten Raumes freigelassen. Die südöstliche Nische enthält noch die Reste einer Stalaktitenbekrönung mit reich ornamentirten Wandfeldern (Text-Abb. 25). Der Fläche des noch Erhaltenen dieser Decoration entsprechen nach aufsen die drei kleinen Fensterblenden, woraus man deutlich ersieht, dafs diese keine wirklichen und nur später vermauerten Fenster gewesen sein können. Die Stalaktiten zogen sich früher vermuthlich wie in der Zisa bis oben zum Abschlufs der Nische hinauf. Unter der Stuckverzierung öffnete sich das gekuppelte Fenster und darunter die Thür auf das Wasser. Die gegenüberliegende, jetzt verbaute Nische war vermuthlich ebenso ausgestattet. Erhalten ist noch ein spitzbogiges Fenster aus dem Hofraum in den Seitenraum (*c*) der Vorhalle. In der einzigen frei erhaltenen Ecke des Hofes befinden sich ungefähr in gleicher Höhe mit der Stuckdecoration der Nische zwei Bogenansätze (*f* und *g*) mit lastenden Mauerresten, je 2 m von der Ecke entfernt. Dies ruft die Vermuthung wach, dafs hier die Stützpunkte für einen Gewölbzwickel lagen, auf dem sich vielleicht noch eine Stalaktitenconstruction aufbaute, die sich verbreitend die Ecke überspannte und so die Grundform zum Achteck umbildete, über dem sich eine Kuppel erhob, wie auf dem kleinen Pavillon in der Nähe der Cuba (Text-Abb. 26) oder den Kirchen S. Cataldo und S. Giovanni degli Eremiti in Palermo. Der Name „Cuba“ spricht für eine solche Anlage, denn er bedeutet im Arabischen „Kuppel“,[46]) und noch heute heifst ein kleiner Bau aus einem Würfel mit Kuppel darüber, der sich über einer Quelle zwischen Villabate und Misilmeri in Sicilien befindet, ebenfalls „Cuba“.[47]) Ausgeschlossen ist natürlich nicht, dafs der Raum oben offen war; eine Eintheilung anzunehmen wie bei dem Mittelraum der Joharia im Stadtschlofs mit vier Säulen, ist nicht möglich, da zu hohe Säulen hier erforderlich gewesen wären.[48]) Die Seitenräume der Vorhalle waren vielleicht in mehrere Stockwerke getheilt, die Mauerstärke tritt oben sowohl an der Vordermauer als auch am Innenpfeiler zurück. Eine Treppe mag zwischen Pfeiler und Seitenmauer angebracht gewesen sein und auch auf den flachen Theil des Daches geführt haben.

Wenn man den grofsen Mittelraum durch einen dem Eingang gegenüber liegenden Durchgang verliefs, kam man in eine quer vorgelagerte Halle (*h*) mit hoher Spitzbogennische zu beiden Seiten und einer dritten, die dem nordöstlichen Risalit entsprach und durch eine breite Thür zum Wasser führte. Vier gekuppelte Fenster beleuchteten den Raum.

---

46) Amari, *Epigrafi etc.* a. a. O.

47) Amari, *Storia dei Musulmani* III S. 843 Anm. 3.

48) Girault de Prangey a. a. O. S. 90 spricht ebenfalls die Vermuthung aus, dafs das Gebäude eine Kuppel gehabt habe. Hittorf ergänzt in seinem theilweise unrichtigen Grundrifs im Mittelraum vier Säulen.

Der Plan des Gebäudes ist, wie leicht einzusehen, nicht der eines Wohnhauses. Die drei hohen Räume deuten auf einen Bau, der Festzwecken oder einem zeitweiligen prunkvollen Aufenthalte diente. Eine Eintheilung in verschiedene Stockwerke, wie sie sich bei den modernen Einbauten vorfindet, scheint ursprünglich, mit Ausnahme vielleicht der kleinen Seitenräume neben dem Eingang, nirgends vorhanden gewesen zu sein. Dazu stimmt, dafs nur unten an den Aufsenwänden wirkliche Fenster, darüber jedoch nur Blenden zu bemerken sind.

Vergleicht man nun die äufsere Blendendecoration mit der inneren Einrichtung, so findet sich auch hier, wie wir es bei den anderen Bauten bemerkten, ein enger Zusammenhang. Diejenigen Blenden, welche nur Nischen haben, dagegen keine Fensterblenden, deuten an, dafs hinter ihnen nur feste Mauermasse liegt; diejenigen, welche Fensterblenden aufweisen, sagen, dafs hinter ihnen ein lichter Raum ist. Ein Blick auf den Grundrifs macht dies klar. Erklärt wird hierdurch auch, weshalb die beiden Hälften der Fronten der Längsseite (Blatt 57 Abb. 1) nicht ganz symmetrisch sind. Die innere Eintheilung ist es eben auch nicht ganz; die Mauermasse, welche sich unmittelbar hinter der zweiten Blende befindet, vom Risalit aus gerechnet, ist an der südwestlichen Hälfte viel schmaler als an der nordöstlichen, die Blende kommt daher dort theilweise vor einen lichten Raum zu liegen; der Baumeister fühlt sich daher veranlafst, daselbst Fensterblenden anzubringen, obgleich für ein wirkliches Fenster gar kein Platz vorhanden war. Dies bewirkt, dafs die einschliefsende Blende etwas breiter wird und die erste nach dem Risalit daher um eine Einstufung verengert werden mufs. Wie die beiden letzten verloren gegangenen Blenden gewesen sind, bleibt immerhin zweifelhaft.



Abb. 26. Normannischer Pavillon im Garten des Cav. Napoli bei Palermo.

Auf der Eingangsseite zeigten die Reste, dafs die beiden Hälften nicht ganz symmetrisch waren. Dies wird also auch eine Unregelmäfsigkeit im Inneren zur Ursache haben, die jetzt jedoch wegen der starken Veränderung der Südecke nicht mehr festzustellen ist.

Die Blenden mehr oder minder zu betonen, dazu diente die Zahl der Einstufungen, so finden wir auch an der Wand des Mittelsaales, des bedeutendsten Raumes, die gröfste Zahl.

Um das Wasserbecken, in welchem das Schlofs gelegen war, erstreckte sich der grofse Park Genoard, zu dem auch Menani und Zisa gehörten. Ungefähr 400 m von der Cuba entfernt im Garten des Cavaliere Napoli steht noch aus gleicher Entstehungszeit der schon erwähnte kleine Pavillon in Gestalt eines Würfels von 6,30 m Seitenlänge (Text-Abb. 26). Oben schliefst ihn ein glatter Fries zwischen zwei etwas vortretenden Schrägen ab, und die Bedachung bildet eine Kuppel, die auf dreifach eingestuften Wölbzwickeln ruht. Die vier inneren Wandflächen zwischen diesen sind zur Anpassung mit entsprechenden Blenden versehen. Alle Seiten öffnen sich durch grofse Spitzbogen mit drei Einstufungen, deren äufsere sich durch eine Kehle, die mittlere durch stark gewölbte Quadern wie an der Martorana und der Kathedrale in Palermo, die dritte durch leichten farbigen Schmuck mittels Abwechslung röthlicher und gelber Quadern auszeichnet. In der Mitte des Pavillons, der auch den Namen der kleinen Cuba trägt, befand sich ein Springbrunnen. Fazellus muthmafst im 16. Jahrhundert, dafs eine ganze Strafse solcher Kuppelbauten den Park durchzogen hatte, kannte aber auch nur diesen einen, der übrigens auf der geraden Linie von der Cuba zum Schlofs Menani liegt.[49])

Ueber die Geschichte der Cuba ist nicht viel zu berichten, noch im 14. Jahrhundert war sie in königlichem Besitz, und Boccaccio erwähnt sie in seiner sechsten Novelle des fünften Tages als das Schlofs, in dem der Aragonier Friedrich II. (1296 bis 1337) seine Geliebte Restituta verbarg. Aus den folgenden Jahrhunderten sind uns verschiedene Namen von Privatbesitzern erhalten, deren Eigenthum sie wurde. Fazellus sah im 16. Jahrhundert das einstige Wasserbecken, in dem das Schlofs lag, als grofses wasserleeres Becken,[50]) das erst durch einen Besitzer in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts zu einem Hof mit einem Brunnen umgewandelt wurde.[51]) Im Jahre 1575 zur Zeit der Pest diente der Bau als Lazareth,[52]) und um die Mitte des 18. Jahrhunderts lag die Leibwache des Vicekönigs dort, die „Burgunden",[53]) denen die Cuba auch den Namen

49) Girault de Prangey a. a. O. Pl. 10 giebt einen Aufrifs und Durchschnitt dieses Pavillons, der aber, wie die Abbildungen bei Hittorf, Knight und Di Marzo, zu hoch im Verhältnifs zur Breite ist. Von den Ornamentstreifen, welche Girault de Prangey im Innern zeichnet, ist jetzt nichts mehr zu sehen.

50) Fazellus a. a. O. Dec. 1 Lib. VIII Cap. 1.

51) Vincenzo Di Giovanni, *Del Palermo Ristaurato* in *Biblioteca Stor. et Lett. di Sicilia* Ser. II Vol. I S. 132.

52) Diario di Filippo Paruta in *Biblioteca Stor. etc.* Ser. I Vol. I S. 64.

53) Amico, *Lexicon Topographicum Siculum* 1759 Tom. II. P. 1 S. 216.

„Castello dei Borgognoni" verdankt.[54]) Militärcaserne ist sie bis heute geblieben.

Schlufs.

Das Gesamtgepräge der geschilderten Palastbauten ist ein durchaus orientalisches. Bei der Anlage spielt das kühlende Wasser eine Hauptrolle. Favara und Cuba sind ganz von dem flüssigen Element umgeben, Menani und Zisa von einer Quelle durchflossen, die vor dem Eingang ein gröfseres Wasserbecken füllt. Die Composition der Gebäude ist eine centrale. Es handelt sich immer um einen mittleren Hof oder eine Halle, um die herum sich die Nebenräume lagern. Im Favaraschlofs ziehen sich die Zimmer in einfacher Aufeinanderfolge um einen grofsen freien Hof herum, im Stadtpalast findet eine Zusammensetzung mehrerer Centralbauten statt, deren quadratischer Mittelraum in den unteren Stockwerken geschlossen, in den oberen als offener Hof ausgebildet ist. Die umgebenden Räume gestalten sich an der Vorderseite zuweilen mehr zu einem Vorraum des mittleren, an der Rückseite mehr zum Verbindungsgang wie im Hauptgeschofs des pisanischen Thurmes im Stadtschlofs (Text-Abb. 6). Dieser letzten Anordnung ähnlich, aber schärfer durchgebildet ist das Schema, welches den Bauten Menani und Zisa zu Grunde liegt. Dort ist der Mittelraum mit seiner Quelle von kleineren Seitenzimmern flankirt, die durch einen hinteren Gang miteinander verbunden sind, während eine Vorhalle allerdings nur bei der viel reicher ausgeführten Zisa vorgelagert ist. In der Cuba endlich geht die Hauptachse durch die schmalere Gebäudefront, sodafs der grofse Mittelsaal statt zwischen Seitenräume zwischen Vorder- und Rücksaal eingeschlossen wird, die ihrerseits wieder ein dreitheiliges Gepräge tragen. In dem letzten Bau haben wir offenbar das Beispiel einer Festhalle, hauptsächlich zu Repräsentationszwecken, in dem Favara- und

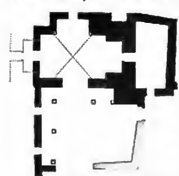


Abb. 27. Martoranapalast in Palermo.



Abb. 28. Martoranapalast. Theil eines hölzernen Thürpfostens. (Museum in Palermo.)

54) Dom. Schiavo, *Diss. dell' Accademia Palerm. del Buongusto* 1755 Vol. I S. 1 ff.

dem Stadtschlofs zwei Arten des festen Schlofsbaues, in Menani und Zisa das Beispiel des eleganten Wohnhauses.

Für dieses sind auch noch die ganz eingebauten Ueberreste eines normannischen Palastes in Palermo heranzuziehen in der Nähe der Kirche der Martorana, zu denen man jetzt durch die Ingenieurschule in der Via Macqueda gelangt. Vescovo Vincenzo Di Giovanni hatte die Freundlichkeit, mich auf diesen Bau hinzuweisen; derselbe Gelehrte ist der Ansicht, dafs wir es hier mit dem Palast des Goffredo Martorana und seiner Gemahlin zu thun haben, der im Jahre 1194 von seinen Besitzern einem Nonnenkloster eingeräumt wurde (Text-Abb. 27). In dem jetzt ganz modernisirten Quellenraum mit seinen drei Nischen, von denen die eine verbaut ist, sind noch zwei eingefalzte Säulen vorhanden. Auch die Seitenräume scheinen nicht gefehlt zu haben. Gröfsere verstümmelte Säulen in einem unbedeckten Platz davor deuten auf einen Säulenhof, der die Stelle der Gartenanlage mit grofsem Wasserbecken vertrat, wie sie sich vor Menani und Zisa befand. Von der reich aus Holz geschnitzten Thür, die den Eingang zum Mittelraum verschlofs, befinden sich die Reste jetzt im Museum in Palermo (Text-Abb. 28 und 29). Auch eine kleine Thürumrahmung aus Marmor mit geometrischen Mosaikeinlagen wie im Stadtschlofs ist an einer modernen Thür im oberen Stockwerk des Gebäudes wieder verwandt worden.

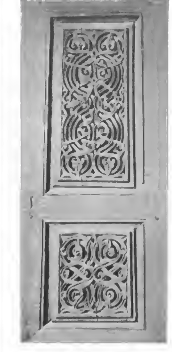


Abb. 29. Martoranapalast. Theil einer Holzthür. (Museum in Palermo.)

Am meisten Analogieen zu diesen verschiedenen Anlagen finden wir in Aegypten. Nur wenige Profanbauten dort reichen allerdings in die Zeit der sicilianischen Paläste zurück, aber schon bei diesen wenigen finden wir Uebereinstimmungen, und bei den späteren arabischen Bauten Aegyptens können wir auf ein ziemlich starkes Festhalten an der Ueberlieferung rechnen. Bei den Resten eines Fatimiden-Palastes in Kairo[55]) gleicht der Hauptraum, im Männergeschofs Mandarah, im oberen Frauengeschofs Ka'ah genannt, der Disposition der Cuba, die einfach die Ausgestaltung eines solchen Empfangsraumes im grofsen Stil gewesen zu sein scheint. Auch dort sehen wir an den Seiten des quadratischen Mittelraumes kurze Abzweigungen, die den nach aufsen durch Risalite sich kundgebenden Seitennischen der Cuba entsprechen, nach den beiden anderen Seiten aber öffnet sich auch dort durch grofse Bögen je ein weiterer Nebenraum.

55) Franz-Pascha, Die Baukunst des Islam, im Handbuch der Architektur Theil II Band 3 S. 130, wo auch ein Grundrifs.

Also die gleiche Theilung in den meist durch Kuppel ausgezeichneten Mitteltheil „Durkah" und die seitlichen „Liwäns". Der Raum, welcher das Charakteristische in der Menani- und Zisaanlage bildet, entspricht dagegen, wie es scheint, dem arabischen Sommersaal, der „Faskiye"[56]), die, von einem Quell durchflossen, zu den Bestandtheilen einer reichen Wohnung gehörte und im Orient eine allgemeine Verbreitung fand. Doch sind diese Beispiele alle jüngeren Datums, und wir dürfen wohl in dem sicilianischen Schema den frühen, verhältnifsmäfsig reinen Typus einer solchen Sommerwohnung erblicken, deren Hauptsaal später in gröfseren Wohncomplexen als Nebenbestandtheil mit eingeordnet wurde. Auch in der Sommerresidenz der Fürsten von Granada, der Generalifa, soll sich eine solche Faskiye als Mittelsaal befinden, mit je einem Zimmer zur Seite.[57]) Das spanisch-arabische Hauptschlofs dagegen, die Alhambra, bietet uns mehr Analogieen mit dem Stadtschlofs in Palermo durch einzelne quadratische oder nahezu quadratische Bautheile mit Mittelsaal und einem Kranz von Seitenräumen und Gängen.[58]) Wir haben bei diesen Spanien und Sicilien gemeinsamen Eigenthümlichkeiten doch auch wohl auf nordafricanische Vorläufer zurückzuschliefsen.

In der Construction der Palermitaner Paläste ist nichts, was nicht auch ägyptische Bauten zeigten;[59]) auch hier eine gleiche Verwendung von glatt behauenen Quadern, bei denen 50 cm hohe Schichten neben Steinen kleinen Formates auftreten. Der Verband ist auch in Aegypten der von Läufern und Bindern und das innere Brockenmauerwerk nur mit regelmäfsigen Steinen beiderseits verkleidet. Der Spitzbogen, der in den sicilianischen Palästen fast durchgehend verwandt wird, findet in Aegypten schon im 9. Jahrhundert seine Vorläufer in der Ibn-Tulûn-Moschee in Kairo. Dementsprechend sind auch spitzbogige Tonnen schon früh dort üblich und oft, wie auch in Sicilien, durch Kreuzgewölbe, die nicht aus dem Grundrifs bedingt sind, unterbrochen. Auch die Vorliebe für eine reiche decorative Bedeckung der Räume leitet sich daher. Haben die Kuppelzwickel, soweit sie in Sicilien erhalten sind, auch stets ihre einfache Form bewahrt, so sind doch die zahlreichen Nischen mit kunstreichen Stalaktiten und Zwergkuppeln bedeckt, und die Ansätze zur flachen Decke der Capella Palatina und Theile über dem Chor der Zisacapelle zeigen das gleiche. Auch zu der gerippten Halbkuppel im Favara- und im Menanipalast habe ich nur in der grofsen Portalnische der Moschee des Sultan Hasan in Kairo eine übereinstimmende Bildung gefunden,[60]) die allerdings aus dem 14. Jahrhundert stammt, aber doch sicher nach älteren einheimischen Vorbildern und nicht nach solchen in Sicilien gemacht sein wird, zu dem im 14. Jahrhundert keine Beziehungen mehr vorhanden waren.

Eine Vergleichung der Portale der Zisa mit den Arcaden der Moschee Ibn-Tulûn in Kairo zeigt uns die gleiche Umsäumung des Bogens mit einem Stuckornament, das sich am Fufs des Bogens wagerecht umbiegt und als untere Begrenzung ein sich umschlingendes Doppelband, ähnlich wie bei der Zisa, mit sich führt. Auch die in den einspringenden Ecken der Leibungen eingestellten Säulen und die ornamentale Verwendung arabischer Inschriften sind beiderseits ein beliebtes Motiv.

Wenden wir uns endlich zur äufseren Erscheinung der Paläste, so ist die Einfachheit der Gestaltung, die geringe Abwechslung in den geraden Mauerflächen durch einzelne ebenfalls rechtwinklig gestaltete Risalite, der Mangel stark vorladender Gesimse eine Eigenthümlichkeit, die sich auch bei den älteren ägyptisch-arabischen Bauten findet, eine Abweichung dagegen scheint in der strengen gesetzmäfsigen Gliederung der Fronten und in den Mitteln, wodurch dies geschieht, zu liegen. Die Theilung findet statt durch spitzbogige Wandblenden, die durch ihre verschiedene Breite, verschieden dichte Aufeinanderfolge und die wechselnde Zahl ihrer Einstufungen eine gewisse Lebendigkeit in die Fläche bringen können. In solchen Blenden sitzen dann auch die Fenster, zuweilen zu zweien gekuppelt mit einfachen Mauerpfeilern oder mit Säule und wie bei der Zisa noch mit einem kleinen spitzbogigen oder Kreisfenster darüber. Von den Einstufungen ist die Kante zuweilen gekehlt, oder die ganze Blende ist noch mit einem Rahmen von Plättchen mit Hohlkehle umzogen. Ein gleichgebildetes Gurtgesims läuft auch zuweilen um die Gebäude und trennt die Stockwerke voneinander wie bei der Zisa oder in etwas reicherer Form am Stadtpalast. Den oberen Abschlufs bildet nur ein wenig vortretender Inschriftenfries.

Als Princip der Blendenverwerthung kann gelten, dafs in ihnen eine Art Spiegel der Inneneinrichtung gegeben wird. Wo innen Symmetrie, auch aufsen solche und umgekehrt. Wo innen bedeutendere Räume liegen, geben auch die öfter eingestuften Blenden das reichere Aussehen, während sie dort, wo nur Verbindungsgänge oder tragende Mauermassen liegen, zusammenschrumpfen oder ganz fortfallen. Auch die kleinen Fensterblenden, die in der Cuba in den grofsen Mauerblenden enthalten sind, bleiben dann aus, wenn die Blenden vor einer Mauermasse liegen. Wie bei der Eingangsseite der Favara und bei der Menanicapelle gliedern die Blenden nicht die Wand als Ganzes, sondern gruppiren sich nach den dahinterliegenden Räumen. Eine solche Belebung der Front durch Wandblenden können wir aus arabischen Bauten nicht ableiten, dagegen aus byzantinischen. In Byzanz war diese Art der Decoration aufserordentlich beliebt, die älteren Kirchen Constantinopels wie die des h. Johannes, der Irene und Theotokos, die Kirchen des 10. und 11. Jahrhunderts in Thessalonich S. Bardias, S. Elias, und die den Aposteln gewidmete, ferner die Kirchen Ravennas bieten hierfür zahlreiche Beispiele.[61]) In diesen aber ist sie wiederum zurückzuführen auf römische Bauten und zwar Ziegelbauten, die wohl durch ihr Material den ursprünglichen Anlafs dazu gegeben haben, denn der Bau mit gleichförmigen Ziegeln führt bei dem Fehlen feinerer Profilirungen leicht zu dem einfachen Mittel der Abstufung.

Auch in dem Mosaikschmuck des Innern macht sich neben der arabischen Ornamentik das byzantinische Element geltend, hauptsächlich in dem figürlichen Theil, der in der Palastcapelle zu ganzen biblischen Cyclen anwächst. In den Wohnräumen treten uns Scenen entgegen, die zunächst an die weltlichen Vergnügungen der Vornehmen, an die Jagd, anknüpfen, unter diesem

56) Franz-Pascha a. a. O. S. 136.

57) Franz-Pascha a. a. O. S. 134.

58) J. Goury und Owen Jones, *Plans, elevations and sections of the Alhambra.* London 1842. Bd. I Taf. XIX, XXVI, LI.

59) vgl. besonders Franz-Pascha a. a. O.

60) Abb. bei Prisse d'Avennes, *L'état Arabe d'après les monuments du Kaire* Vol. I Taf. XI.

61) W. Salzenberg, Alt-Christliche Baudenkmale von Constantinopel des V. bis XII. Jahrh. Taf. 2, 33 34 usw. — Texier und Pullan, *Byzantine Architecture,* London 1864 Taf. 45, 51, 55. — M. de Caumont in *Bull. Monumental* Ser. I Bd. VII S. 70.

Mantel aber leichte religiöse Anspielungen bergen. Von dem Säulenschmuck mochte manches noch von älteren byzantinischen Bauten der Insel stammen, anderes entstand jedenfalls in Anlehnung an solche Vorbilder.

Die Palermitaner Paläste sind also in erster Linie ein Ausflufs der ägyptisch-arabischen Architektur. Die Kelbiten-Emire, die vor den Normannenfürsten in Palermo herrschten, folgten ganz den ägyptischen Gebräuchen in Kairo.[62]) Von dort werden sie auch ihre Baumeister bezogen haben. Nach der Eroberung gingen diese in den Dienst der Normannen über und verbanden sich unter ihrer energischen Leitung mit griechischen, später auch mit fränkischen Künstlern.

62) M. Amari, *Storia dei Musulmani etc.* Bd. III S. 851.

Der Düsseldorfer Schlofsplan des Grafen Matthaeus Alberti.

(Mit Abbildung auf Blatt 60 im Atlas.)

Das historische Museum zu Düsseldorf, das soeben aus seinem alten Heim in dem ehemaligen kurfürstlichen Galeriegebäude am Schlofsplatz in die ihm eingeräumte neue Behausung eingezogen ist, birgt unter den Plänen und Ansichten zur Geschichte von Düsseldorf als wichtigste kunstgeschichtliche Urkunde ein auf Leinwand aufgezogenes Bild einer Schlofsanlage von ganz ungewöhnlichen Abmessungen. Die Ansicht, 3,35 m breit und 2,30 m hoch, ist aus einzelnen Papierbogen in doppelten Lagen zusammengeklebt und wohl schon im 18. Jahrhundert aufgezogen und oben und unten auf runde Holzstäbe aufgenagelt worden, um sie, wie Land- und Flurkarten aufgerollt, bequemer aufbewahren zu können. Die Rolle befand sich zuletzt in der Plankammer des Gouvernements und ist von diesem an die Stadt gekommen, die dem Plane im historischen Museum unter Glas und Rahmen einen Ehrenplatz angewiesen hat. Infolge nachlässiger Behandlung, durch Staub, Ungeziefer und Feuchtigkeit hatte der Plan schwer gelitten: das Papier war gesprungen, die Tusche war verblafst, und gröfsere Theile der Perspective waren vollständig verschwunden oder nur noch in ganz schwachen Spuren nachweisbar. Da die Erhaltung dieses ganz einzigartigen Documentes auf jede Weise versucht werden mufste, die Erhaltung des Originales aber selbst bedeutende Schwierigkeiten bot, wandte sich das Curatorium des historischen Museums schon unter dem 31. Januar 1887 an den Herrn Minister der öffentlichen Arbeiten mit der Bitte, die Untersuchung des Planes durch ein Mitglied der Akademie des Bauwesens veranlassen zu wollen. Im Auftrage des Herrn Ministers untersuchte noch im selben Jahre der Herr Geh. Ober-Baurath Adler das Original eingehend und schlug darauf in einem ausführlichen Gutachten unter dem 4. October 1887 vor, von jedem Retouchiren und Ausziehen des Originales mit Rücksicht auf den schlechten Zustand der Unterlage und auf die Möglichkeit, hier nicht mehr zu verbessernde Irrthümer zu begehen, ganz abzusehen, dagegen mit Benutzung der Photographie eine genaue Copie in der Gröfse des Originales herzustellen, wobei die fehlenden Umrifslinien mittels Hülfspausen zu ergänzen und dann gleichmäfsig auszuziehen wären. Mit Rücksicht auf die sehr erheblichen Kosten der Anfertigung einer solchen Copie mufste diese Absicht vorläufig aufgeschoben werden. Im Jahre 1896 aber erklärten sich die Herren Minister der öffentlichen Arbeiten und der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten bereit, die auf 2400 *M* geschätzten Kosten einer Abzeichnung zu übernehmen, wenn die Rheinprovinz einen entsprechenden Beitrag leisten würde. Nachdem die Provincialcommission für die Denkmalpflege in der Rheinprovinz unter dem 13. Januar 1897 den Betrag von 800 *M* zur Verfügung gestellt hatte, konnte in der Bauabtheilung des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten im Jahre 1897 die Abzeichnung durch den Architekten Laxmann unter der Leitung des Baurathes Grunert durchgeführt werden. Im Frühjahr 1898 war die Copie nebst dem Original für kurze Zeit im Lichthof des Kunstgewerbemuseums in Berlin öffentlich ausgestellt und ist dann im Laufe des Sommers 1898 mit dem Original an das historische Museum zu Düsseldorf zurückgelangt. Blatt 60 giebt eine Reproduction der Copie mit allen Details in Lichtdruck.

Das Blatt giebt eine axial gezeichnete Vogelperspective einer riesigen barocken Schlofsanlage. Die Zeichnung ist im Original mit der Ziehfeder und Tusche ausgezogen, die figürlichen und ornamentalen Theile sind dann aus freier Hand mit der Feder hinzugefügt. Die Perspective giebt den Entwurf für den kolossalen Schlofsneubau wieder, den der Kurfürst Johann Wilhelm von Jülich-Berg (1690—1716) im ersten Jahrzehnt des 18. Jahrhunderts in seiner Residenz Düsseldorf in der von ihm gegründeten Neustadt am Rheinufer, oberhalb der alten Franziskanerkirche und der Citadelle, errichten wollte. Der Kurfürst hatte die vom Pfalzgrafen Wolfgang Wilhelm angelegte Festung durch die sogenannte „Extension" erweitert, eine Linie, die an der Ecke der heutigen Königsallee und Königsstrafse bei den alten Festungswerken begann, bis zur Gegend der bisherigen Bahnhöfe lief und von da an bis zur Citadelle die Richtung nach dem Schwanenmarkt nahm.[1]) Nach einem Erlafs vom 4. März 1709 war es die Absicht des Kurfürsten, nicht nur die in der Extension enthaltenen äufseren Werke und Gräben mit einer Mauer zu umgeben und mit „nöthigen Pforten" versehen zu lassen, sondern zur Krönung des Ganzen auch seine eigene „Residenz und Wohnung in alsolche Extension zu transferiren und des endts zu einem newen Schlofs-Baw die Notturfft ehestens zu verahnstalten".

Von diesem geplanten neuen Schlofsbau sollte die grofse perspectivische Zeichnung ein Bild geben. Die Anfertigung der Zeichnung mag ungefähr in das Jahr 1709 fallen. Es war ein Idealplan, der noch nicht näher auf die Bedürfnisse der Residenzstadt und des kurfürstlichen Hofes zugeschnitten war. Vielleicht hat gerade die Ungeheuerlichkeit dieses Ent-

1) Vgl. den Plan der Festung mit der Extension bei Clemen, Die Kunstdenkmäler der Stadt und des Kreises Düsseldorf, S. 56, Taf. IV.

wurfes die Stände, die die Mittel für das neue Schlofs hätten bewilligen müssen, zurückgeschreckt. Schon in den nächsten Jahren scheint der Plan zurückgesetzt zu sein; der leicht entzündliche Kurfürst widmet sich ganz dem Bau seines Schlosses Bensberg, und mit seinem Tode im Jahre 1716 wird das ganze Schlofsproject begraben.

Der Schöpfer des Schlofsplanes ist der Graf Matthaeus Alberti oder de Albertis, ein geborener Venezianer, der Oberbaudirector des Kurfürsten. Die Handschrift des Raparini vom Jahre 1709[2]), die Hauptquelle über die künstlerischen Bestrebungen am Hofe Johann Wilhelms, giebt ihm den Titel: *castrorum praefectus et supremus aedificiorum director*. Als seine rechte Hand, wohl als der ausführende Architekt, wird der Venezianer Aloysius Bartolus genannt. Für das nicht zur Ausführung gekommene Düsseldorfer Project mufs in etwas entschädigen der Schlofsbau in Bensberg, der unter der unmittelbaren Leitung des Grafen Alberti ausgeführt wurde. Raparini bemerkt hierzu: *Les connoisseurs jugeront par cet échantillon à peu près de la capacité de ce vaillant architecte.* Auch Bensberg war ursprünglich mächtiger geplant, als es zur Ausführung gekommen ist: vor der *cour d'honneur* sollte noch eine *cour principale* mit Seitenflügeln liegen.

Raparini zeichnet nach seiner wunderlichen Weise als abschliefsende Charakteristik und höchste Verherrlichung des Künstlers eine Medaille, auf der Rückseite mit der Ansicht des Schlosses Bensberg nach dem alten Plan mit der Umschrift:

Dyctinnae studiis posuit lata tecta Joannes,
Ut requies lasso queat indulgere labori.

Die Umschrift, die er aber auf der Vorderseite um das Portrait des Grafen gesetzt hat, bezieht sich wohl auf das grofse Düsseldorfer Schlofsproject, das damals gerade (Raparini schrieb eben im Jahre 1709) vor aller Augen stand und alle künstlerische Kreise erfüllte:

Septem prisca orbis miracula protulit aetas,
Octavum solus strueres Joanne iubente.

Dieses Riesenproject ausgeführt, das hätte wirklich ein achtes Weltwunder dargestellt.

Der Graf Matthaeus Alberti gehörte zu der italienischen Künstlercolonie, die der zweiten Gattin des Kurfürsten, Anna Maria Loysia, der Tochter des Grofsherzogs Cosmas III. von Toscana, nach Düsseldorf gefolgt war. Aufser dem Oberbaudirector und seinen künstlerischen Gehülfen gehörten dazu Antonio Milanese, „Architekt und Perspectivmaler", in dem wir vielleicht den Verfertiger der vorliegenden Perspective sehen dürfen, und die Maler Antonio Pellegrini, Antonio Belucci, Domenico Zanetti. Neben diesen Italienern hatte der Kurfürst schon frühzeitig niederländische Künstler an seinem Hof versammelt, unter ihnen vor allem drei, die ihm auch persönlich nahe standen: die Maler Johann Franz Douven und Adrian van der Werff, der letztere sein künstlerischer Berather und eigentlicher *ministre des beaux-arts*, und der Bildhauer Gabriel Grupello, sein Hof-Statuarius, der Schöpfer des Reiterdenkmales Johann Wilhelms auf dem Markt in Düsseldorf.[3])

Die Pläne und Projecte des Kurfürsten, auch die politischen, hatten schon in den letzten Jahren des 17. Jahrhunderts immer mehr einen abenteuerlichen Zug erhalten; er hatte seine eine Schwester an den Kaiser Leopold, die andere an den König Don Pedro von Portugal, die dritte an den König Karl II. von Spanien verheirathet, jetzt strebte er selbst nach einer Königskrone im fernsten Osten, in Armenien, und pflog geheimnifsvolle Unterhandlungen mit dem Papst und Peter dem Grofsen. Sein Wunsch, aus Düsseldorf ein Klein-Paris und einen der glänzendsten Höfe Deutschlands zu machen, hatte schon im zweiten Jahrzehnt seiner Regierung die Finanzen des Landes zerrüttet. Im Jahre 1701 waren die Stände auseinandergegangen, ohne die neue Erhöhung der Landessteuern zu bewilligen, und der Kurfürst drohte schon, in Zukunft „Kraft Landesfürstlicher Macht und autorität, ohne Landstände mehr darumb zu beschreiben und zu berathschlagen", die nöthigen Summen jährlich eintreiben zu lassen. Der Conflict war um das Jahr unseres Schlofsprojectes, um das Jahr 1709, am schärfsten zugespitzt, der Kurfürst hatte ein Geheimes Kriegscommissariat errichtet, das den gröfsten Theil der Landeseinnahmen verschlang, aber ohne dafs die Stände darüber eine Controle hatten — in fünf Jahren hatte er acht Millionen Reichsthaler Schulden gemacht. Die Stände wären, auch wenn sie den besten Willen gehabt hätten, den prunkliebenden Plänen des Kurfürsten nachzukommen, gerade damals gar nicht in der Lage gewesen, die erforderlichen Mittel für den Schlofsneubau zu bewilligen, und so mufste das gigantische Project Johann Wilhelms fallen.[4])

Die grofse Perspective selbst braucht keine Erläuterung: sie spricht für sich selbst. Der italienische Architekt zeigt sich hier als ein Schüler der grofsen Franzosen Levau und Hardouin-Mansart. Es ist kein Zweifel, dafs er vor allem Versailles gekannt haben mufs. Daneben aber deutet der Abschlufs der *cour d'honneur* und die geschweifte Form des in der Mitte ausladenden Vorbaues darauf, dafs er auch schon die letzten französischen Hotel-Anlagen kannte. Für Alberti persönlich charakteristisch ist die vielfach gebrochene und geschweifte Linie des abschliefsenden Gitters und der Terrasse — einen ähnlichen Abschlufs besafs auch (nach einer in meinem Besitz befindlichen Pergamentzeichnung) der wirklich ausgeführte Bau des Grafen, das Schlofs Bensberg. Die Anlage, wie sie die Ansicht auf Blatt 60 zeigt, bedeckt etwa eine Fläche von 250 m Breite bei 400 m

2) George Marie Raparini, *Le portrait du vrai mérite dans la personne ser. de mons. l'électeur palatin*, Prachthandschrift mit den Biographieen der am Hofe Johann Wilhelms beschäftigten Künstler, leider mehr rhetorisch als sachlich, mit Abbildungen ihrer wichtigsten Werke, im Besitz des Herrn Pflaum auf der Fahnenburg bei Gerresheim.

3) Vgl. Historische Notizen über die ehemals und noch zum Theile im Herzogthum Berg befindlichen Kunstwerke und die Kunstschule zu Düsseldorf, durch Adolf von Vagedes, Baudirector der Verschönerungen der Stadt Düsseldorf (um 1810), Handschrift im Staatsarchiv zu Düsseldorf (bez. Jülich-Berg, Landesinstitute Nr. 11).

4) Ueber die Kunst am Hofe des Kurfürsten vgl. E. von Schaumburg in der Zeitschrift des Bergischen Geschichtsvereins VIII, S. 89, 104 ff. — B. Schönneshöfer, Geschichte des bergischen Landes, S. 314. — Eine Beschreibung der übrigen Anlagen des Kurfürsten in des Herrn von Blainville Reisebeschreibung durch Holland, Oberdeutschland und die Schweiz, Lemgo 1764, I. 1. Abtheilung, S. 66; in Herrn Zacharias Conrad von Uffenbachs Merkwürdigen Reisen durch Niedersachsen, Holland und Engelland, Ulm 1754, III. S. 726; in Georg Forsters Ansichten vom Niederrhein, Berlin 1791, I, S. 91. Zwei interessante ältere Beschreibungen und Kritiken über Bensberg finden sich in dem denkwürdigen und nützlichen rheinischen Antiquarius, von einem Nachfolger in historischen Dingen, Frankfurt 1744, S. 751, und in der Malerischen Reise nach Koeln, Bensberg und Düsseldorf im Teutschen Merkur v. J. 1778, 3. Heft, S. 113.

Tiefe; in ihren bebauten Theilen ist sie mehr als viermal so grofs als das königliche Schlofs in Berlin. Dazu kommt noch ein grofser Lustgarten im Stile André Lenôtres mit Terrassen, Wasserkünsten, Hallenanlagen und einem Lusthaus als Abschlufs, das wieder ein vollständiges Schlofs für sich darstellt. An Einheitlichkeit und Symmetrie der Anlage steht der Plan in erster Linie unter allen Schlofsbauprojecten der Zeit, und in Grofsartigkeit der Conception übertrifft er alle Schlofsbauten des 17. und 18. Jahrhunderts zusammen. Wäre das Doppelschlofs zur Ausführung gekommen, Düsseldorf wäre nicht nur ein Klein-Versailles geworden, sondern hätte die riesigste und glänzendste Residenz des ganzen Jahrhunderts erhalten.

Bonn. Paul Clemen.

Die Denkmalpflege in Frankreich.

Von Paul Clemen.

(Schlufs.)

VII. Freie Vereinsthätigkeit im Dienste der Denkmalpflege.

Der Geburtsort der modernen wissenschaftlichen Einzeluntersuchungen mittelalterlicher Denkmäler auf französischem Boden ist die Normandie. Hier hatte schon im Jahre 1814 Auguste Le Prévost die älteren kirchlichen Gebäude der Haute Normandie untersucht, später unterstützt von Hyacinthe Langlois, und M. de Gerville sammelte gleichzeitig die Materialien zu der ersten Denkmälerstatistik, einer Statistik des Départements de la Manche, die er im Jahre 1819 abschlofs.[91])

In denselben Jahren begann aber schon der frühreife jugendliche Gelehrte seine Studien, der „in dem Alter, wo man noch zu lernen hat, schon den Meister anzeigte", nach dem Worte des Grafen de Mellet, Arcisse de Caumont, dessen Namen hier noch einmal genannt werden mufs, de Caumont, dessen unermüdlichem Eifer, dessen eisernem Willen und dessen hingebender Beredsamkeit die früheste und kräftigste private Organisation zum Schutze, zur Pflege, zur Erforschung der französischen Denkmäler zu danken ist.[92]) Er war der geborene Organisator, unerschöpflich an neuen fruchtbaren Gedanken, unermüdlich im immer weiteren Ausgestalten des Geschaffenen. Schon mit 21 Jahren gründete er mit einigen Freunden die *société des antiquaires de Normandie*. Aber die archäologische Propaganda allein genügte ihm gar nicht. Wie er neben seinen kunsthistorischen Arbeiten, die er in rascher Folge veröffentlichte — dem *Essai sur l'architecture religieuse du moyen âge*,[93]) dem *Cours d'antiquités monumentales*, der *Statistique monumentale du Calvados* — geologische und botanische Studien trieb,[94]) so rief er hinter einander 1832 die *association Normande*, die erste grofse landwirthschaftliche Vereinigung ins Leben, im Anschlufs daran die *congrès régionaux d'agriculture*, im Jahre 1833 die *congrès scientifiques de France*, im Jahre 1834 die *société française d'archéologie pour la conservation des monuments historiques*, und im Jahre 1839 endlich das *institut des provinces*.

Die *société française pour la conservation et description des monuments historiques* und ihr Organ, das im selben Jahr gegründete *Bulletin monumental* sind es, die seine Lieblingskinder wurden. Das Ziel der grofsen Gesellschaft war, neben den zur gleichen Zeit einsetzenden Bemühungen des Staates unter Guizot eine freie Vereinigung zu schaffen, in der sich alle Freunde der heimischen Denkmäler zusammenfinden konnten, auf die Erforschung und Veröffentlichung der Denkmäler hinzuarbeiten, aber alles um des einen Zieles willens: der Zerstörung entgegenzuarbeiten, gegen falsche Restaurationen die Stimme zu erheben, auf die Erhaltung der Denkmäler einzuwirken.[95]) Das *Bulletin monumental* wurde der Träger aller dieser Bemühungen: es ward zugleich die älteste ganz Frankreich ins Auge fassende archäologische Zeitschrift dieser Art.[96]) — Didrons *Annales archéologiques* setzen erst nach 10 Jahren ein, die *Revue de l'art chrétien* und die *Revue archéologique* noch später. Mit der ihm eigenen organisatorischen Sicherheit schuf de Caumont ein über ganz Frankreich ausgespanntes Netz von Correspondenten; das ganze Land wurde in Divisionen zerlegt, in denen *inspecteurs divisionaires* ernannt wurden, die alljährlich über den Zustand der Denkmäler berichten und gleichzeitig jede drohende Gefahr, jede falsche Restauration sofort melden sollten.

Die *société* hat in dem ersten halben Jahrhundert ihres Bestehens Ausgezeichnetes gewirkt, sie hat vor allem auf die Entstehung von archäologischen und historischen Vereinen, auf die Gründung von Sammlungen und kleineren Museen hingearbeitet und für die Ausdehnung und Vertiefung des Studiums der französischen Kunstgeschichte Grofses, aber ebensoviel für die Erhaltung wichtiger Monumente und für die Verbreitung der Grundsätze der Denkmalpflege gethan.

91) *Catalogue raisonné des églises les plus anciennes et les plus curieuses du département de la Manche*, erst 1824 im 1. Bande der *Mémoires de la société des antiquaires de Normandie* veröffentlicht.

92) G. de Cougny, *Monsieur de Caumont: Bulletin monumental XXXIX* (1873), p. 328. — Für die Würdigung des Auslandes ist bezeichnend der Nachruf von C. Roach Smith im *Archaeological journal* XXXI, 1874, p. 360. — De Caumont selbst hat im *Bull. mon.* XXXVII (1871) — XXXVIII (1872) etwas altersschwache *souvenirs* veröffentlicht.

93) Im 1. Bande der *Mémoires de la société des antiquaires de Normandie* 1824 veröffentlicht, auch gesondert 1826. — Der *Cours d'antiquités monumentales*, 6 Bde. mit Atlas, erschien Paris 1830 bis 1841.

94) Er veröffentlichte ein *Essai sur la topographique géognostique du Calvados*, gab geologische Karten vom Calvados und vom Département de la Manche heraus und war Mitarbeiter an den *Mémoires de la société Linnéenne de Normandie*.

95) Das Programm der Gesellschaft veröffentlicht in *La société française d'archéologie*, Caen 1895, p. 6. Man muss den Aufruf de Caumonts selbst lesen: *Cependant, il ne faut pas se le dissimuler, l'époque actuelle exige la réunion de tous les efforts individuels pour réagir contre le vandalisme; ce n'est pas seulement à quelques hommes influents à prendre nos anciens édifices sous leur protection, c'est à la population éclairée de toute la France à s'opposer aux destructions qui désolent nos provinces.*

96) Vgl. G. de Cougny, *Le bulletin monumental et M. de Caumont: Bull. mon.* XXXIX, S. 1. — De Caumont selbst leitete es von Bd. I (1834) — XXXVIII (1872); von XXXIX (1873) — XLI (1875) de Cougny; von XLII (1876) — L (1884) Léon Palustre, von LI (1885) an bis heute der Comte de Marsy.

Was durch die *société* geschehen ist, war in erster Linie das Verdienst de Caumonts selbst. Es ist für uns nicht ohne Interesse zu erfahren, wofür er die Anregungen für seine Organisation nahm: das Vorbild für die *société* gab ihm ein für die Erhaltung des bischöflichen Palastes in Bamberg gegründeter Verein, für die wissenschaftlichen Congresse die von Wilhelm von Humboldt in Preufsen geschaffenen Einrichtungen. Aber de Caumont wufste dieses fremde Kleid seinen Institutionen richtig anzupassen und, so lange er selbst lebte, mit sprühendem Leben zu erfüllen. Charles de Montalembert hat in der Lobrede, die er ihm gehalten, die Inschrift auf ihn angewandt, von der Madame de Staël in den *Dix années d'exil* erzählt: die Inschrift, die in der Nähe von Salzburg an eine von einem der Erzbischöfe erbaute Felsenstrafse erinnert: *Te saxa loquuntur* — die Steine der durch seinen Eifer geretteten Denkmäler werden seinen Ruhm verkünden.[97])

Man sollte meinen, der Staat, die *commission des monuments historiques* hätte solche Mitarbeiterschaft bereitwilligst und dankbar annehmen müssen, zumal wo so viel Begeisterung, so viel Élan und so viel zähe Thatkraft sich in den Dienst der von ihm selbst ausgegebenen Losung stellte. Nichts von alledem. Die private Initiative wurde mit Mifstrauen angesehen, man war fast ärgerlich über die Concurrenz, zeitweilig wurden der Gesellschaft sogar Schwierigkeiten gemacht.[98]) Es mufs zugegeben werden, dafs an diesem Gegensatze de Caumont selbst nicht unschuldig war, zumal durch die Gründung des *institut des provinces* im Jahre 1839, das gegenüber den grofsen wissenschaftlichen Einrichtungen von Paris die Bestrebungen der gelehrten Gesellschaften und Vereine in den Provinzen zusammenfassen sollte. Schon der Name mit dem nicht ganz gerechtfertigten Gegensatz zu dem *institut de France*, das nun einmal die ehrwürdigste wissenschaftliche Decoration der Hauptstadt ist, war herausfordernd. Es war nur ein Ausdruck des ewigen Kampfes zwischen den sich ihrer Sonderart und ihrer eigenen Bedeutung bewufsten Provinzen und dem grofsen Polypen Paris, der die besten geistigen Kräfte aufsog und an sich rifs. In diesem Kampfe hat Paris endlich gesiegt, aber kaum zum Vortheil des geistigen Lebens in Frankreich. Und wenn für irgend einen Zweig der wissenschaftlichen Bethätigung eine starke selbstbewufste Selbständigkeit der Provinzen geradezu Lebensbedingung war, so sicher für die locale Geschichts- und Alterthumsforschung und für die Denkmalpflege.

Es erscheint mir als einer der schwerwiegendsten Fehler, die von Anfang an begangen worden sind, dafs man nicht verstanden hat, die in diesen privaten Vereinigungen — die *société d'archéologie* und das *institut des provinces* waren nur zwei Beispiele — gesammelten frischen Kräfte sich dienstbar zu machen und als Vorspann zu benutzen. Der Präsident der *société d'archéologie* hätte von vornherein in der *commission des monuments historiques* einen Platz haben müssen. Die berechtigten Mahnungen und Forderungen, die das *Bulletin monumental* und andere Organe brachten, die oft eine scharfe Kritik der im Auftrage des Staates ausgeführten Arbeiten enthielten, und deren Ton durch das französische Temperament nicht eben temperirt wurde, wären dann sofort vor die richtige Schmiede gebracht worden; es hätte auf diesem Wege viel Beunruhigung erspart werden können. Auch heute vermifst man in der Zusammensetzung der *commission* ungern eine Reihe berühmter und gewichtiger Namen aus der Provinz.

Das heutige Regierungssystem hat es mit sich gebracht, dafs man in weiten Kreisen mit geringer Achtung von dem Gouvernement spricht: Opposition ist Trumpf und man mifsbilligt die Absichten der Regierung, ohne sie zu kennen. Es ist nur eine Folge hiervon, dafs auch staatliche Einrichtungen, die einst von einer grofsen und einmüthigen Begeisterung geschaffen worden waren, an Popularität verloren haben. Der Fremde hört es ungern und jeder aufrichtige Bewunderer der französischen Kunst nur mit Schmerz, wenn den Arbeiten der Commission die verdiente Anerkennung versagt wird, aber auch wenn in den Verwaltungskreisen mit Geringschätzung und leichtem Lächeln von den Bestrebungen in den Départements là-bas gesprochen wird.

Man darf eben nicht vergessen, dafs an der grofsen Bewegung, die um 1830 zu den ersten staatlichen Mafsnahmen zum Schutze der Denkmäler führte, die ersten und vornehmsten Geister Frankreichs Antheil hatten, und dafs es ein historisches Unrecht wäre, dies und das erfolgreiche Eintreten der ersten Historiker und Archäologen für die Sache der Erhaltung der Denkmäler zu verkennen. Die Denkmalpflege braucht die dauernde Unterstützung und den dauernden Rückhalt, den das Interesse und das Vertrauen aller historisch denkenden Köpfe geben.

Es ist vielleicht zu beklagen, dafs von den Vätern der deutschen Geschichtsschreibung in unserem Jahrhundert keiner ein ausgesprochenes künstlerisches Interesse hatte, und dafs die bescheidene Bewegung zum Schutze der nationalen Denkmäler hier selbst bei denen, die wie Giesebrecht doch ganz ausgesprochen die Pracht vergangener Kaiserzeiten heraufbeschwören wollten, kein Echo fand. Wie ganz anders in Frankreich: man denke nur an Thierry, Guizot, Thiers. Nur jene Richtung, die von der Neubelebung des Katholicismus ausgegangen eine Wiedererneuerung der christlichen Kunst und damit eine Erhaltung der kirchlichen Denkmäler suchte, deren Hauptwortführer in Frankreich Charles de Montalembert war, hat in Deutschland ihre Parallele gefunden: aber ihr einziger Vertreter unter den gelehrten Historikern ist Boehmer — dafür hat sie freilich hintereinander zwei Herolde gefunden, die an Beredtsamkeit auch mit Montalembert und Hugo wetteifern konnten: Josef von Goerres und August Reichensperger.

Nicht nur die gelehrte Welt, auch die grofse Masse der Gebildeten, das Publicum der grofsen Revuen hatte an dieser Bewegung in Frankreich Antheil. Die gröfseren Wiederherstellungsarbeiten nicht allein, auch die Fragen der Organisation, das ganze Programm wurden öffentlich discutirt. Der Sprechsaal für die erste Auseinandersetzung über die grundlegenden Fragen der Denkmalpflege war die *Revue des deux mondes*, das vornehmste Organ Frankreichs, — und überall, wo es sich um ein gefährdetes Denkmal von allgemeinerem Interesse handelt, betrachten es die gröfseren Tageszeitungen als eine Ehrensache, hier die idealen Gesichts-

97) Vgl. die Charakteristik de Caumonts in dem *Discours au congrès archéologique de Troyes (Oeuvres de M. le comte de Montalembert VI*, p. 326).

98) Zumal unter dem Minister de Salvandy 1847. Vgl. *Bulletin monumental* 1848, p. 655. — Pariset, *Les monuments historiques* p. 29.

punkte geltend zu machen und das öffentliche Gewissen wachzurufen.

Ich wüfste aus den grofsen deutschen Monats- und Wochenschriften keinen einzigen Aufsatz zu nennen, der sich überhaupt mit dieser Frage für Deutschland beschäftigt hätte, und wo sind in Deutschland die grofsen Blätter, die ernsthaft und mit Nachdruck für die Denkmäler Partei ergreifen?

Seit den Tagen des Grafen de Caylus hat der französische Adel sich mit Vorliebe archäologischen Studien gewidmet und in unserem Jahrhundert sich gern der älteren französischen Denkmalkunde zugewandt; vielleicht war es eine Art Instinct der Selbsterhaltung, der ihn diese sichtbaren Zeugen einer grofsen Vergangenheit pflegen liefs, unähnlich seinen deutschen Vettern, die, wenn sie überhaupt historische Spaziergänge unternehmen, in den meisten Fällen nur zu trockenen genealogischen Tabellen Neigung zeigen. In der Reihe der verdienten Forscher auf dem Gebiete der französischen mittelalterlichen Archäologie erscheinen so viel alte Namen wie in keiner anderen Disciplin, und auf jedem *congrès archéologique de France* finden sich als habitués eine ganze Zahl von Mitgliedern der ältesten Geschlechter ein.

Die Zahl der der Geschichte, der Alterthumskunde, der Kunstgeschichte sich widmenden Vereine und Gesellschaften in Frankreich ist eine ganz aufserordentlich grofse. Ihre Fruchtbarkeit entspricht ihrer Zahl, fast eine jede Vereinigung veröffentlicht ein *mémoire*, ein *compte rendu*, ein *recueil des travaux*, ein *bulletin*. Die Liste dieser Gesellschaften giebt ein glänzendes Bild zum mindesten von dem einmüthigen Eifer und der unermüdlichen Schreiblust, die auf diesem Gebiete in den Provinzen herrschen. Die Ziffer der wirklich werthvolle Veröffentlichungen schaffenden Vereine übertrifft noch die Zahl der in Deutschland arbeitenden Vereine. Was auf dem Gebiete der Geschichte und Alterthumskunde geleistet worden ist, ist natürlich sehr ungleichartig; auf dem letzteren Gebiet rächt sich der Mangel an Anschauung fremder Kunstwerke und an Kenntnifs ausländischer Litteratur oft empfindlich.[99])

Es sind eine grofse Anzahl von Vereinen darunter, deren gesamte wissenschaftliche Leistung höchst bedeutend und werthvoll ist. So hat, um nur ein Beispiel anzuführen, die *société archéologique du midi de la France* mit dem Sitz in Toulouse,[100]) nächst der älteren *société des antiquaires de Normandie* zu Caen (1824) wohl die früheste der grofsen archäologischen Gesellschaften, in ihren *Mémoires* und *Bulletins* die werthvollsten Arbeiten über die Denkmäler der Haute-Garonne veröffentlicht, eine Reihe der wichtigsten Ausgrabungen selbständig unternommen, vor allem in Martres-Tolosanes,[101]) giebt ein *album des monuments de l'art dans le midi de la France* heraus, und wirkt durch Vertheilung von Belobigungen, Medaillen für Veröffentlichungen, durch Ausschreiben von Preisen belebend auf die locale Forschung ein.[102])

Die meisten gerade dieser *sociétés archéologiques* und *sociétés des antiquaires*, von der gleichen Bewegung hervorgerufen, die die *commission des monuments historiques* schuf, sind in ihrem Programm, nach ihren ganzen Interessen, nach ihrer wissenschaftlichen Leistungsfähigkeit, auch nach ihrem Eifer wie geschaffen, um eine Art von Filialen, von Vorposten, von Beobachtungspunkten der Pariser Commission darzustellen und dieser in die Hand zu arbeiten. Diese Verbindung fehlt nun in vielen Fällen oder sie scheint ungenügend zu sein. Den Hauptheil der Schuld mag hier auch die alte Animosität zwischen Paris und der Provinz tragen. Aber es müfste Aufgabe der *inspecteurs généraux* oder der Architekten der *commission des monuments historiques* und der *direction des cultes* sein, die Verbindung immer aufs neue zu suchen und zu einer dauernden zu machen. Das scheitert wieder an einem Umstand, der auch nur eine Aeufserung der krankhaften Affection des ganzen Staatskörpers, der übermäfsigen Centralisirung ist, die eine Hypertrophie im Gehirn, eine Anämie in den Gliedern schafft: die Architekten wohnen zu fast drei Vierteln gar nicht in der Provinz, sondern in Paris. Von den 40 Architekten der *monuments historiques* wohnen nur 12 in den Départements, von den 30 eigenen Architekten der *direction des cultes* nur 10, die *inspecteurs généraux* sind ja aufserdem naturgemäfs in Paris ansässig. Eine enge und vertrauliche Fühlung und ein gedeihliches Zusammenarbeiten mit den Localvereinen, zumal im Anfang bei der Zusammenstellung des Materials für die Vorarbeiten ist dadurch eigentlich ausgeschlossen. Man hat aber auch nicht immer eine kluge Courtoisie jenen localen Gesellschaften gegenüber walten lassen und sie wenigstens nicht eingehend über die Arbeiten informirt. Die Vereine haben denn auch, als Wahrer berechtigter Interessen, oft genug gegen die Pariser Commission vorgehen zu müssen geglaubt und haben in vielen Fällen auch erfolgreich gewirkt, als ein bedächtiges Correctiv weitgehender Erneuerungssucht. Die *société des antiquaires de Picardie* hat z. B. während der ganzen Dauer der ersten grofsen Restauration der Kathedrale von Amiens selbst mit Viollet-le-Duc einen Krieg geführt, sie hat schon von 1852 an gegen die Wegnahme des Meublements im Stile Louis XV. (eine bemerkenswerthe frühe Fürsorge für diesen damals noch wenig geschätzten Stil), dann gegen die Wegnahme späterer

99) Ein erstes Verzeichnifs dieser französischen Gesellschaften hat M. d'Héricourt noch unter de Caumonts Einflusse veröffentlicht (*Annuaire des sociétés savantes de la France et de l'étranger*, Paris 1866). Die erste vollständige Bibliographie der Veröffentlichungen (mit Ausnahme der Pariser Vereine) bot Ulysse Robert, *Bibliographie des sociétés savantes de la France: Revue des sociétés savantes, 6. série*, Bd. VI (1878). Vom Jahre 1888 an endlich ist im Auftrage des Unterrichtsministeriums durch das *Comité des travaux historiques et scientifiques* eine ausgezeichnete *Bibliographie générale des travaux historiques et archéologiques publiés par les sociétés savantes de la France* erschienen, bearbeitet von Robert de Lasteyrie und Eugène Lefèvre-Pontalis, 1. Bd. Paris 1888, 2. Bd. Paris 1893 (es fehlen noch 13 Départements von den 87, darunter freilich das Seinedépartement). Eine ausgezeichnete Arbeit und ein unentbehrliches Hülfsmittel für alle historischen und kunstgeschichtlichen Studien in Frankreich, die Titel aller die Geschichte und Archäologie berührenden in den Zeitschriften oder in den verstecktesten Gelegenheitspublikationen enthaltenen Artikel. Eine ähnliche Arbeit für Deutschland fehlt noch immer. Wir haben dafür wenigstens seit einem Jahr ein vollständiges Verzeichnifs der Alterthums-, Geschichts-, Künstler-, Kunst-, Kunstgewerbe-, Architektenvereine Deutschlands in dem von der Generalverwaltung der Königlichen Museen neu herausgegebenen Kunsthandbuche.

100) Ueber die *société* selbst vgl. de Lasteyrie und Lefèvre-Pontalis, *Bibliographie générale I*, p. 575.

101) Die Ausgrabungen haben von 1826—1842 gewährt und sind 1890, diesmal aber unter der Theilnahme des Staates, wieder aufgenommen worden. Vgl. die *Mémoires de la société archéologique du midi* V, p. 113. Ueber die letzte Campagne Lebègue im *Bulletin archéologique du comité des travaux historiques et scientifiques*, 1891, p. 396, und im *L'ami des monuments* V, p. 204; VI. p. 215.

102) Die zuletzt gestellten Preisaufgaben verlangen eine Geschichte von Toulouse, eine Zusammenstellung aller Alterthumsfunde in der Umgegend von Toulouse von 1800—1892, Behandlung der Backsteinschlösser um Toulouse und der Rechte von Rouergue.

Marmorfiguren, noch 1867 gegen die Versetzung der Bischofsgräber, gegen die Hinzufügung des Katechismussaales, des Kreuzgangs, des Capitelsaales protestirt. So sind Abadie wegen Périgueux, Boeswillwald wegen Laon, Millet wegen Troyes, Lance wegen Sens heftig angefeindet worden. Das hat natürlich auch die Architekten nicht schweigen lassen, und zuweilen, wie in Bayoux, ist es zu einem lustigen Federkrieg gekommen, in dem M. Ruprich-Robert, der Architekt, gegen die, wie er meint, unheilvolle öffentliche Meinung loszieht, der er das liebenswürdige Compliment macht: *tantôt foudre, tantôt lumière, quelquefois simple vent coulis.*[103])

Die schärfsten Angriffe hat wohl Abadie erfahren wegen seiner Wiederherstellung von *St. Front de Périgueux*, und die Heifssporne, die jetzt gegen die allzuweitgehende Restaurationssucht eifern, pflegen dies Beispiel wie eine Art von Kampfgeschrei im Munde zu führen. Der wunderbare Bau, eine der wichtigsten romanischen Kirchen im ganzen Südwesten Frankreichs, dessen Räthsel noch immer nicht gelöst sind, der heute wieder zu einer neuen Controverse zwischen Saint-Paul und Brutails geführt hat, enttäuscht freilich bitter. Zunächst sieht man überhaupt keinen alten Stein mehr, die Restauration ist eine vollständige Renovation geworden. Der archäologische Werth scheint zum mindesten in Frage gestellt zu sein. Aber ein Blick in die in Paris aufbewahrten Aufnahmen des Zustandes vor der Restauration im Jahre 1853 genügt, um zunächst die Nothwendigkeit so weit gehender Erneuerungen zu zeigen. Die Kirche stände ohne diese Arbeiten jetzt überhaupt nicht mehr. Es ist zu beklagen, zumal vom kunstgeschichtlichen Standpunkte, dafs von den alten Gesimsen und Friesen nicht hier und da ein leidlich erhaltenes Stück zum Vergleich an Ort und Stelle belassen oder dafs es nicht mit genauer Angabe des alten Platzes in das Museum der Stadt gekommen ist. Der jüngere Paul Boeswillwald, der jetzt den merkwürdigen Glockenthurm restaurirt, hat gewissenhaft, um solche Kritik zu vermeiden und die Nachprüfung zu ermöglichen, von allen Gesimsen, Friesen, Gewänden alte Steine als Zeugen stehen lassen. Abadie hat *St. Front* behandelt wie *Sacré-Coeur* auf dem Montmartre und schon hier gleiche Wirkungen in der Behandlung angestrebt, wie bei seinem späteren Pariser Riesenwerk — aber in der Hauptsache war diese Erneuerung eben eine Nothwendigkeit. Ob sie freilich in einer so nivellirenden Form erfolgen mufste, ist eine andere Frage. Die gleichmäfsige Wiederholung der Kuppelkrönungen nach dem Motiv von St. Etienne in Périgueux wird wohl kaum Vertheidiger finden können.[104])

Und um beim Montmartre zu bleiben: unter den Todsünden der Commission, die ihr oft genug vorgehalten werden, steht der Umstand, dafs sie die kleine Kirche St. Pierre auf dem Montmartre, ein Denkmal, das nicht so sehr durch seine künstlerischen Formen als vielmehr als ältestes kirchliches Denkmal von Paris Unterhaltung verdient, verfallen lasse. Nun: die *commission des monuments historiques* hat schon vor fünfzehn Jahren der Stadt Paris 45 000 Fr. zu deren Wiederstellung angeboten, die Stadt hat dies aber zurückgewiesen.

Man fragt sich, warum die *commission des monuments historiques* und die *directions des cultes* nicht einfach die Documente veröffentlichen, vor allem bei jeder Restauration die Aufnahmen des früheren Zustandes irgendwie zugänglich machen. Die Verachtung der öffentlichen Meinung und der in der Umgebung der Denkmäler geschaffenen Beunruhigung erzeugt doch das Vertrauen nicht, auf dem die ganze Arbeit der Erhaltung der Denkmäler beruht. Frankreich geniefst den aufserordentlichen Vorzug, dafs hier die idealen Aufgaben wie die praktischen Arbeiten der Denkmalpflege Gegenstand der öffentlichen Erörterung sind. Es sind Fragen von eminent öffentlichem, von nationalem Interesse, dieses öffentliche Interesse hat die Bewegung getragen und trägt sie noch: es verlangt dafür wenigstens Aufklärung und, wo nöthig, Beruhigung. Die Budgets der *monuments historiques*, der *palais nationaux*, der *édifices diocésains* sind abhängig von der öffentlichen Meinung in Gestalt der Kammer — und das schlecht oder nicht genügend genährte Interesse hat sich schon in der Herabsetzung des Budgets gerächt.

Es ist eigentlich verwunderlich, warum keine von den drei Instanzen, warum vor allem nicht die *commission des monuments historiques*, der doch so viele Federn — die der ersten Kunstschriftsteller Frankreichs — zur Verfügung stehen, eingehende Berichte über ihre Thätigkeit veröffentlicht. Das ist von der Commission nur zweimal geschehen, für die Ausstellungen von Wien und London in den Jahren 1873 und 1874;[105]) in beiden Fällen aber doch eigentlich nicht, um vor dem Land zu berichten, sondern um vor dem Ausland Zeugnifs abzulegen. In diesen *Rapports* sind ganze archäologische Untersuchungen über die restaurirten Denkmäler veröffentlicht mit mustergültigen eingehenden Erläuterungsberichten, die Berichte über Notre-Dame de Laon von Boeswillwald, über das erzbischöfliche Palais in Sens von Viollet-le-Duc bringen auch kunstgeschichtlich ganz aufserordentlich wichtiges Material. Aber diese kostbaren Berichte, Aufnahmen, Materialiensammlungen schlummern in den Archiven der Commission, die selbständig von eifrigen Zuschauern verfafsten Berichte und Notizen in den localen Zeitschriften sind oft ganz aufserordentlich schlecht unterrichtet; die officiellen Materialien fehlen eben. Die Klagen der *Inspecteurs généraux* und der Architekten über die unliebenswürdige Kritik, die ihre Arbeiten mitunter in den Départements erfahren, sind gewifs nicht unberechtigt, aber die Centralverwaltung giebt dieser überflüssigen Kritik immer neue Nahrung, indem sie selbst schweigt. Um so dankbarer ist darum jetzt die Ankündigung der grofsen Veröffentlichung von de Baudot und Perrault-Dabot zu begrüfsen.

Das nackte Verzeichnifs der ausgegebenen Summen in den von den einzelnen Ministerien herausgegebenen *comptes*

---

103) Ruprich-Robert, *De l'influence publique sur la conservation des anciens monuments*, Paris 1882. Es handelt sich vor allem um die weitgehenden Veränderungen am Mittelthurm der Kathedrale, auf den Ruprich-Robert an Stelle der Moussardschen Kuppel von 1714 eine neue gothische Kuppel gesetzt hatte. Eine Entgegnung auf die Broschüre bringt: A. de Dion, *La tour centrale de Bayeux et M. Ruprich-Robert: Bulletin monumental* 1883, p. 465.

104) Ein scharfer Tadel des Mangels an Verständigung mit den localen Vereinen Angesichts der Restauration der Kathedrale zu Albi im *Bulletin monumental*, 1883, p. 112.

105) *Les monuments historiques de France à l'exposition universelle de Vienne* 1873 *par* E. du Sommerard, Paris 1876. — *Expositions internationales*, Londres 1874. *France. Commission supérieure. Rapports* (darin über die *Beaux-arts* von G. Lafenestre, über die *monuments historiques* von Baumgart). Die geschichtlichen Notizen sind zum Theil schon in den *Archives de la commission* gedruckt.

définitifs des dépenses ist doch eine etwas magere officielle Berichterstattung über einen so aufserordentlich wichtigen Verwaltungszweig. Reichlich illustrirte Jahresberichte, wie sie das *comité de conservation des monuments de l'art Arabe* für Aegypten,[106] das *Ufficio regionale per la conservazione dei monumenti in Lombardia*,[107] wie sie die Provincialcommission für die Denkmalpflege in der Rheinprovinz[108] seit einigen Jahren herausgeben, scheinen die beste Form zu sein, um die kunstgeschichtlichen Ergebnisse urkundlich festzulegen, um von den gemachten Veränderungen Rechenschaft zu geben und um der Sache selbst immer neue Freunde und Anhänger zu werben.

Seit einigen Jahren ist noch eine private Vereinigung auf den Schauplatz getreten, die ausdrücklich für den Schutz der heimischen Denkmäler gegründet ist, das *comité des monuments français* mit der von ihr herausgegebenen Zeitschrift, dem *ami des monuments*. Die Zeitschrift hat sich zunächst durch laute Klagen und Beschwerden über Vernachlässigungen, vor allem über falsche Restaurationsgrundsätze bemerklich gemacht, nicht immer zur Freude der *commission des monuments historiques*. Eine *société des amis des monuments parisiens* ist ins Leben gerufen worden, ebenso eine *société des amis des monuments rouennais*. Aehnliche Vereine sollen noch in anderen Städten und Départements gegründet werden. In dem von Charles Normand herausgegebenen *ami des monuments* findet sich eine ständige Rubrik unter dem Titel *Le vandalisme dans les départements*, die ein langes Sündenregister aufstellt und der Centralverwaltung mehr Aufgaben aufzählt, als ihr lieb ist.[109]

Im Jahre 1889 hat sogar in Paris im Anschlufs an die Weltausstellung ein *congrès officiel international pour la protection des monuments* stattgefunden, dem M. Ravaisson präsidirte: es ist hier über die Denkmäler von Brasilien, Aegypten, Mexiko verhandelt worden, und der General Tscheng-ki-Tong hat über die Erhaltung der chinesischen Monumente allerlei Erbauliches berichtet; für Frankreich hat dieser Congrefs aber keinen praktischen Nutzen im Gefolge gehabt.[110] Das Hauptverdienst des *comité* ist, einen neuen Sprechsaal für die Fragen der Denkmalpflege eröffnet und aufs neue die Hauptgrundsätze zur Debatte gestellt zu haben: aber die gesamte Wirksamkeit der Gesellschaft ist noch eine geringe und nicht entfernt etwa vergleichbar der Thätigkeit jener privaten Vereinigung, die der unermüdliche William Morris in England ins Leben gerufen hatte und die er als Künstler, Antiquar, Dichter, Volksmann, Redner jahrelang mit seinem belebenden Geist erfüllt hat.[111]

Hier mufs auch der Antheil erwähnt werden, den der katholische Clerus an den Bestrebungen des Staates genommen hat. Dieser Antheil ist naturgemäfs sehr viel kleiner als etwa in Deutschland, da das kirchliche Vermögensrecht ein sehr beschränktes ist, und da dem Clerus nirgends Eigenthumsrecht an den kirchlichen Gebäuden, sondern nur ein Nutzungsrecht und noch dazu ein sehr beschränktes Nutzungsrecht eingeräumt ist.[112] In den vierziger Jahren war die Betheiligung des Clerus wohl am lebhaftesten. Damals war vor allem der Cardinal de Bonald unter dem Einflufs der Mérimée und de Caumont für das Studium der Archäologie unter den Geistlichen eingetreten, er hatte in seinen beiden Diöcesen Puy und Lyon archäologische Commissionen eingerichtet[113] — und wie hier wurden in Beauvais, Tours, Le Mans, Auch und Amiens in den bischöflichen Seminaren Curse in kirchlicher Archäologie eingerichtet.

Der Bischof von Poitiers liefs für die Geistlichen seiner Diöcese durch einen bekannten Archäologen, den Abbé Auber, eine genaue Instruction ausarbeiten, die nicht nur über die Stilfragen, sondern auch über die rein praktischen Fragen der Reparaturen, der Unterhaltung, der Ausschmückung und der Ausstattung Fingerzeige giebt.[114] Aber diese lebhafte Theilnahme ist in den nächsten Jahrzehnten allmählich wieder erloschen: erst in den achtziger Jahren macht sich eine erneute Bewegung auf diesem Gebiete bemerkbar; es wurde erneut die Einrichtung solcher Curse und der Gründung von kleinen archäologischen Museen mit Abgüssen und Nachbildungen in den Seminaren angeregt. So sind damals in Rouen, in Soissons, in Nantes, Meaux, Albi archäologische Curse aufs neue eingerichtet worden.[115] Aber auch damit ist nur wenig erreicht.

---

106) *Comité de conservation des monuments de l'art Arabe, exercice* 1882—1897; bisher 13 Hefte erschienen (*Le Caire, Imprimerie nationale*). Zumal die letzten stattlichen Hefte mit ihren reichen Lichtdrucken bieten wichtiges kunstgeschichtliches Material.

107) *Relazioni dell' Ufficio regionale per la conservazione dei monumenti in Lombardia*, I—III herausgegeben von Luca Beltrami, von IV an von Gaetano Moretti. Zugleich abgedruckt im *Archivio storico lombardo*.

108) Berichte über die Thätigkeit der Provincialcommission für die Denkmalpflege in der Rheinprovinz sowie der Provincialmuseen zu Bonn und zu Trier, herausgegeben von Paul Clemen (seit 1896). Zugleich abgedruckt in den Jahrbüchern des Vereins von Alterthumsfreunden im Rheinlande.

109) *L'ami des monuments, revue illustrée, organe du comité des monuments français*, herausgegeben von Charles Normand I (1887)—XI (1897). Das Bureau der Gesellschaft befindet sich 51 *rue des Martyrs*, Paris. Die Zeitschrift ist dem *Bulletin de la société des amis des monuments parisiens* nachgebildet. Das Programm hat Ch. Normand am Eingang aufgestellt: *elle servira de tribune à toutes les manifestations en faveur de la défense de nos monuments d'architecture, de peinture, de sculpture, de nos curiosités et de nos souvenirs historiques. Nous ne songerons pas moins au présent qu'au passé; à cet effet, nous veillerons sur la physionomie des quartiers nouveaux de nos villes et sur la sauvegarde des aspects pittoresques de nos campagnes.*

110) Ueber den Congrefs vgl. *L'ami des monuments* III, p. 178. Ebendort (III, p. 272) ein Aufsatz von Ch. Normand, *Premières idées sur l'organisation de la croix rouge pour la protection des monuments en temps de guerre.*

111) William Morris, *La société pour la conservation des monuments et édifices anciens d'Angleterre: L'ami des monuments* V, 1891, p. 20. Ausführlich A. Vallance, *William Morris, his art, his writings and his public life*, London 1897. — Vgl. hierzu auch: William Morris und die 5. Ausstellung des Kunstgewerbevereins in London: Centralbl. der Bauverw. 1897, S. 3 u. f.

112) Vgl. Pariset, *Les monuments historiques*, p. 30. — H. Loersch, Das französische Gesetz vom 30. März 1887, S. 6.

113) In einem Circular, das er 1839 an den Geistlichen der Diöcese von Puy richtet, heisst es: *Que le mouvement qui entraine tous les esprits vers l'archéologie soit religieux ou scientifique, nous ne croyons pas que le clergé doive y rester étranger. Nous ne pouvons entièrement abandonner à d'autres la garde et le soin des monuments que le clergé a élevés, puisqu' en général ce sont à des évêques ou à des moines que sont dues ces merveilleuses cathédrales, ces cloitres si élégants qui couvrent notre France, mais qui ne la couvrent plus, hélas, nous serions tentés de le dire, que de leurs imposantes ruines ... Nous devons être jaloux de sauver de la destruction nos antiques sanctuaires afin qu'ils transmettent aux siècles à venir ce que peut le génie inspiré par la religion (Pariset a. a. O. p. 31).*

114) *Instructions de la commission archéologique diocésaine de Poitiers*, Poitiers 1851. Vgl. Henry de Riancay im *L'ami de la religion* CLV, 1852, p. 84.

115) Comte de Marsy, *Les cours d'archéologie dans les grands séminaires et la conservation des objets d'art dans les édifices religieux, rapport lu à l'assemblée générale des catholiques du Nord,*

Wenn auch die Verunstaltung eines classirten kirchlichen Gebäudes selbst durch den Geistlichen ausgeschlossen ist, da alle Restaurationsarbeiten eben durch einen der Architekten der *direction des cultes* ausgeführt werden müssen, so ist doch ebenso für alle Fragen der Ausstattung ein archäologisch geschulter Sinn unerläfslich, und gerade hier zeigen sich bis jetzt noch die allergröfsten Mängel.

Eine besondere Ausdrucksform des Antheils, den die Oeffentlichkeit an den Aufgaben der Denkmalpflege nimmt, mufs noch erwähnt werden, die archäologischen Congresse.

Die drei ältesten dieser Einrichtungen sind wieder eine Schöpfung des unermüdlichen Organisators de Caumont; zwei von ihnen vermochte auch nur dieser belebende Geist aufrecht- und zusammenzuhalten, sie gingen sofort nach seinem Tode ein, nur der dritte hat sich als lebenskräftig erwiesen. Der *Congrès scientifique*, 1833 in Caen gegründet, hielt sich bis 1874 aufrecht.[116] Das *Institut des provinces*, 1838 in Le Mans gegründet, aber gleichfalls 1845 nach Caen verlegt, hielt sich gleichfalls nur bis nach 1873 aufrecht.[117] Die dritte Schöpfung, der *congrès archéologique de France*, lebt dafür noch heute weiter. Alle diese Congresse waren Wanderversammlungen, wurden der Reihe nach in den verschiedenen Städten Frankreichs, die besonders durch den Besitz von Denkmälern und Sammlungen ausgezeichnet waren, abgehalten und haben dort belebend gewirkt. Die *société française d'archéologie* hat mit diesen Congressen in den ersten Jahrzehnten ihre grofse Wirksamkeit gehabt, die Gründung von Vereinen, von Museen, die Inangriffnahme von Untersuchungen, gröfseren Arbeiten planmäfsig befördert. Heute darf die Mission der *société* im grofsen als erfüllt gelten, die vom Staate in die Hand genommenen Centralisationsbestrebungen, die staatlichen Congresse haben sie mehr in den Hintergrund treten lassen, aber ihre jährlichen Vereinigungen sind nach wie vor Sammelpunkte der privaten Bestrebungen in den Départements geblieben. Auf den *congrès archéologiques* sammeln sich noch alljährlich unter der Leitung des Grafen de Marsy, in dem jener Geist des französischen Adels vom Stamme des Grafen de Caylus lebendig geblieben ist, eine Fülle von Forschern, Künstlern, Alterthumsfreunden, Liebhabern in einer Stadt Frankreichs zusammen, um eine volle Woche lang Vorträge anzuhören, über gemeinsame Arbeiten zu berathen, vor allem aber um die Sammlungen und die Denkmäler der Stadt und Umgegend eingehend unter berufener Führung zu besichtigen. Die Pariser suchen etwas Frühling, etwas *vie de campagne* in dieser ländlichen Festwoche, und die gemeinsame Neigung wird hier zu einer Art Familienband, das die Glieder des Congresses umschliefst. Dabei macht sich freilich oft ein localpatriotischer Dilettantismus breit, den auch die geschickte Leitung des gelehrten Präsidenten nicht ganz zu zügeln imstande ist. Aber wenn auch nicht immer werthvolle wissenschaftliche Resultate erzielt werden, das schlummernde Leben in den Vereinen selbst wird wieder geweckt, zumal durch die von dem Congrefs regelmäfsig zur Erörterung gestellten wissenschaftlichen Fragen, die gebildete Bevölkerung wird plötzlich auf das lebhafteste auf ihre grofsen Denkmäler hingewiesen, neues Interesse dafür wird wachgerufen. Und da das nun einmal die Basis ist, auf der die Denkmalpflege arbeitet und zugleich auch wieder ihr letztes Ziel, hätte ein Staat alle Ursache, eine Einrichtung wie diese zu stützen. Der Unterrichtsminister entsendet wenigstens regelmäfsig einen namhaften Gelehrten als seinen Delegirten, eine grofse Zahl von Vereinen und Akademikern läfst sich hierbei vertreten.[118]

Die Bedeutung jener der privaten Initiative ihr Leben verdankenden Congresse hat beträchlich abgenommen, seit der Staat selbst zu dieser Art der Propaganda übergegangen ist. Den *Congrès scientifique* hat der Congrefs der *association française pour l'avancement des sciences* ersetzt, der seit 1876 sich alljährlich in einer der gröfseren Städte Frankreichs versammelt. Weit gröfsere Bedeutung hat aber allmählich die alljährliche Vereinigung der Delegirten der gelehrten Gesellschaften Frankreichs erhalten, die sich allmählich zu dem *Congrès des sociétés savantes* ausgewachsen hat.

Seit das *comité des travaux historiques et scientifiques*, das diese Vereinigungen veranstaltet, durch das Decret vom 12. März 1883 eine eigene archäologische Section erhalten hat, giebt es auch bei den Congrefsverhandlungen eine solche Section, die einen archäologischen Congrefs für sich darstellt.[119] Hierbei werden eine Fülle von Fragen wissenschaftlicher und organisatorischer Art berathen, die im Jahre vorher als Programm aufgestellt worden sind, eine Menge grofser gemeinschaftlicher wissenschaftlicher Unternehmungen werden auf diese Weise angeregt und eingeleitet. Den Schlufs bildet dann eine feierliche Versammlung in dem grofsen Amphitheater der Sorbonne, bei der der Unterrichtsminister selbst präsidirt, und am Abend pflegt derselbe Unterrichtsminister — leider im nächsten Jahr nicht mehr derselbe — die Abgeordneten in den Räumen des Ministerhotels gastlich zu empfangen.

Der wissenschaftliche und der moralische Nutzen dieser Congresse dürften sich die Waage halten. Den Vereinen wird hierbei für ihre Unternehmungen eine Directive gegeben, gröfsere Veröffentlichungen können angeregt werden, für Aufgaben, denen sich die Pariser Centralinstitute widmen, kann eine Unterstützung durch die kleineren Vereine eingeleitet werden. Und — was das wichtigere ist — die anwesenden Delegirten aus der Provinz haben das lebhafte Gefühl des inneren Zusammenhangs mit dem Centrum der Wissenschaft; sie lernen die ersten Namen auf ihren Gebieten per-

à Lille, le 21. novembre 1885: *Bulletin monumental* 1885, p. 601. — Emile Taillebois, *L'enseignement de l'archéologie dans les grands séminaires: Bulletin monumental* 1886, p. 644.

116) De Lasteyrie et Lefèvre-Pontalis, *Bibliographie générale* I, p. 165. Im Jahre 1876 und 1878 wurde noch einmal der Versuch gemacht, ihn zu beleben, aber ohne Erfolg. Der *Congrès* veröffentlichte 42 Sitzungsberichte (*Congrès scientifique de France*, 1. session 1833 — 42. session 1876) mit einer Fülle historischer und archäologischer Arbeiten.

117) In den Jahren 1876 und 1878 wurden auch hier vergebliche Belebungsversuche angestellt. Das Institut veröffentlichte von 1846 bis 1870 ein *Annuaire de l'institut des provinces* und in unregelmässigen Abständen *Mémoires* (im Band I, *première série*, Paris 1859, p. 1 die Geschichte des Instituts von 1839—1857). Im Jahre 1878 versuchte man vergeblich es zu ersetzen durch eine *Union des sociétés savantes*. Die Veröffentlichungen aufgeführt bei de Lasteyrie und Lefèvre-Pontalis I, p. 189. Vgl. Pariset, *Les monuments historiques* p. 29.

118) Die Geschichte des *Congrès archéologique* von 1834—1846 im *Annuaire de l'institut des provinces et des congrès scientifiques* I, 1846, p. 80. Der Congrefs veröffentlicht über jede seiner Sitzungen einen ganzen Band, der vor allem durch seine bibliographischen Zusammenstellungen und Denkmälerverzeichnisse werthvoll ist, bis jetzt 64 Bände. Inhaltsangabe bei de Lasteyrie u. Lefèvre-Pontalis I, p. 280.

119) Als staatliche Einrichtung (*établissement d'utilité publique*) bestätigt durch Decret v. 9. Mai 1876. Die Statuten sind abgedruckt in den jährlich herausgegebenen *comptes rendus*.

sönlich kennen, sehen selbst die Fortschritte in den Arbeitseinrichtungen, den Bibliotheken, Archiven, Sammlungen, sie spüren selbst den grofsen frischen Zug, der hier weht, werden von dem sprühenden Leben von Paris erfüllt und tragen dann die hier erhaltenen Anregungen wieder in die Départements.[120]

In Deutschland sind aufser den Wanderversammlungen und Ausflügen der Architekten- und Ingenieurvereine, die aber streng fachmännische Interessen verfolgen, von ähnlichen Veranstaltungen nur zwei zu nennen, die kunsthistorischen Congresse und die Hauptversammlungen des Gesamtvereins der deutschen Geschichts- und Alterthumsvereine. Allgemeine Versammlungen von Abgeordneten der gelehrten Vereine würden hier schwer durchführbar sein, schon weil Deutschland nicht eine einzige geistige Hauptstadt besitzt. Die kunsthistorischen Congresse haben im Jahre 1893 nach langer Unterbrechung wieder eingesetzt; der internationale Charakter, der ihnen gegeben worden ist, und das Fernbleiben der ersten Vertreter des Faches, vor allem aber aller officiellen Vertreter der deutschen und der ausländischen Unterrichtsministerien, bei dem letzten Congrefs in Budapest auch der vorwiegend gastronomische Charakter, haben es bisher verhindert, dafs für die deutsche Kunstgeschichte und die aufs engste mit ihr verwachsene deutsche Denkmalpflege etwas Ersprießliches dabei zu Tage gekommen wäre. Alle die brennenden Fragen: Schaffung einer Bibliographie, gleichmäfsige Grundsätze für die Inventare, Organisation des Denkmälerschutzes, Centralstellen für Aufnahmen, gemeinschaftliche gröfsere Veröffentlichungen, Förderung der Zeitschriften, Staatssubventionen für Veröffentlichungen und Studienreisen sind zwar gestreift, aber nie mit Erfolg erörtert worden. Der Gesamtverein der deutschen Geschichts- und Alterthumsvereine, der schon längst in der Art des *congrès archéologique de France* Wanderversammlungen abhält, der sich naturgemäfs auf Deutschland und deutsche Forschung beschränkt und von jeher den Aufgaben der Denkmalpflege ein besonderes dankbar anzuerkennendes Interesse entgegengebracht hat, dürfte noch am ehesten die Organisation bieten, auf die sich in Deutschland bei den weiteren Arbeiten, zumal bei der Propaganda für ein Denkmälerschutzgesetz, der Staat stützen könnte, nicht bevormundend, aber fördernd, anregend, sammelnd.[121]

Es braucht gar nicht erst darauf hingewiesen zu werden, in wie reichem Mafse das wissenschaftliche archäologische Interesse in Frankreich in der Zeitschriftenlitteratur Nahrung findet. Die von Babelon und Molinier geleitete und glänzend ausgestattete *Gazette archéologique* ist zwar leider eingegangen, aber die *Revue archéologique*, das *Bulletin monumental*, die *Gazette des Beaux-arts*, der *Ami des monuments*, die *Mémoires de la société des antiquaires de France* und die gesamten *Mémoires* der gröfseren archäologischen Gesellschaften stehen für Veröffentlichungen aus dem Gebiet der Denkmalpflege offen, discutiren fortgesetzt die gröfseren Restaurationen, anregend, kritisirend. In Deutschland stehen aufser den grofsen vornehmen Fachzeitschriften für Architekten nur die Zeitschrift für bildende Kunst und das Repertorium für Kunstwissenschaft zur Verfügung, die diese Fragen kaum je berühren. Oesterreich hat doch wenigstens noch seine Mittheilungen der K. K. Centralcommission. Dafs in Deutschland ein grofs angelegtes Organ für die Aufgaben und Arbeiten der Denkmalpflege ein dringliches Bedürfnifs ist, das bedarf wohl keines Beweises — hoffen wir, dafs hier bald Wandel geschaffen wird.

VIII. Die Museen und die Denkmalpflege.

Bei den Erörterungen des Gesetzes vom 30. März 1887 hat die Frage eine grofse Rolle gespielt, wie weit sich die Bestimmung über die *objets mobiliers* auf die in den öffentlichen Museen und Sammlungen untergebrachten beweglichen Kunstwerke erstrecken.

Das Gesetz scheidet hier ausdrücklich die dem Staate und die den Départements, den Communen, den Kirchenfabriken und anderen öffentlichen Einrichtungen gehörigen Kunstgegenstände. Die ersteren erklärt Artikel 10 des Gesetzes für unveräufserlich und der Ersitzung entzogen (Art. 10: *Les objets classés et appartenant à l'état seront inaliénables et imprescriptibles*). Es ist kein Zweifel, dafs sich dieser Artikel zunächst auf die im unmittelbaren Staatsbesitz befindlichen Sammlungen als die wichtigsten beweglichen Kunstgegenstände im Eigenthum des Staates bezieht.[122]

Ducrocq,[123] Morgand,[124] Tétreau[125] sprechen sich gleichmäfsig dafür aus, dafs dieser Artikel in vorderster Linie auf die staatlichen Museen, d. h. auf die *musées nationaux* und das Clunymuseum zu beziehen ist. Im Artikel 52 des Gesetzes vom 16. April 1895 ist eine *Réunion des musées nationaux* geschaffen worden, die das Louvremuseum, das Luxemburgmuseum, die Museen von Versailles und St. Germain umfafst; die kleineren Sammlungen des Staates, das keramische Museum in Sèvres, die Gobelinssammlung sind hier ausgeschieden. Da die Museen aber alle eigenen Direc-

120) Die Berichte über die Verhandlungen werden gedruckt in dem *Bulletin du comité des travaux historiques et scientifiques*, Abtheilung *archéologie*, das seit 1892 den Titel *Bulletin archéologique du comité* ... führt, die Empfangsrede des Ministers bei der Schlusssitzung in der *Sorbonne* ausserdem im *Journal officiel*. Das reich illustrirte *Bulletin archéologique* ist z. Z. eine der vorzüglichsten kunstwissenschaftlichen Zeitschriften geworden. Die Vorgänger dieses Bulletins sind das *Bulletin archéologique du comité des arts et monuments* 1837—1848, das *Bulletin du comité historique des arts et monuments* 1849—1851, das *Bulletin du comité de la langue, de l'histoire et des arts* 1852—1857 und die 1856 einsetzende Reihe der *Revue des sociétés savantes*. Eine Bibliographie darüber (bis zum Jahre 1873) von Octave Teissier, *Table générale des bulletins du comité des travaux historiques et de la revue des sociétés savantes*, Paris, *Imprimerie nationale*, 1873.

121) Es mag hier daran erinnert werden, dass auf dem internationalen Congrefs für Alterthumskunde und Geschichte zu Bonn im Jahre 1868, an dem auch de Caumont, Barbet de Jouy, Graf de Marsy theilnahmen, bei dem als zweiter Präsident der Königliche Conservator der Kunstdenkmäler in Preufsen, von Quast, fungirte, solche allgemeine Fragen mit allem Nachdruck erörtert wurden. Vgl. Verhandlungen des Congresses ..., herausgegeben von E. aus'm Weerth, Bonn 1871.

122) Der erste Gesetzesentwurf enthielt im Artikel 5 eine weit eingehendere Erläuterung hierzu: *les objets d'art, les objets ayant un intérêt archéologique, les meubles historiques ou précieux, les collections artistiques, scientifiques et littéraires et généralement tous les objets mobiliers présentant les mêmes caractères, n'appartenant pas à des particuliers, font partie du domaine public de l'état, des départements, des communes, fabriques et établissements publics*. Vgl. Tétreau p. 165, Anm. 1.

123) Ducrocq, *La loi du 30 mars 1887*, Paris 1889, p. 10, 39.

124) Morgand, *Monuments historiques et objets d'art: Revue générale d'administration* 1889, p. 271.

125) Tétreau, *Législation relative aux monuments et objets d'art*, Paris 1896, p. 166. Nur Saleilles, *Questions de jurisprudence: Revue bourguignonne de l'enseignement supérieur* III, 1893, p. 203 hatte eine Scheidung eintreten lassen wollen zwischen den Kunstwerken, die dem Staate *à titre de propriété privée* gehörten, und den in den Museen untergebrachten.

toren unterstellt sind, die wieder unmittelbar dem *directeur des beaux-arts* unterstehen, so fällt natürlich hier die Nothwendigkeit einer weiteren Aufsicht weg. Der Artikel bezieht sich aber ebenso auf die Schätze der *bibliothèque nationale*.[126]) Die Forderung des Artikels 8 und 9 des Gesetzes vom 30. März 1887, die Anfertigung eines Inventares und seine ausdrückliche Deponirung im Unterrichtsministerium ist hier verhältnifsmäfsig leicht zu erfüllen: es genügt, dafs die Kataloge für solche Inventare erklärt werden.

Ueber die den Départements, den Communen, den Kirchenfabriken und anderen öffentlichen Einrichtungen gehörigen Kunstwerke bestimmt der Artikel 11 des Gesetzes, dafs sie nur mit der Genehmigung des Unterrichtsministers restaurirt, reparirt, durch Kauf, Schenkung oder Tausch veräufsert werden dürfen. Auch zu den von diesem Artikel umfafsten Kunstwerken gehören selbstverständlich die in den Museen der Départements und Communen befindlichen.[127]) Wollte man diese Ausdehnung nicht anerkennen, so würde einmal gegen den klaren Sinn und den Wortlaut des Artikels 8 und gegen den Willen des Gesetzgebers der durch das Gesetz überhaupt beabsichtigte Schutz einer grofsen Klasse von Kunstwerken entzogen, und dann würde es ganz im Ermessen der Départements und Communen liegen, einzelne Kunstobjecte in ein Museum zu versetzen oder eine zufällige Vereinigung von Kunstobjecten für ein Museum zu erklären und sie dadurch vogelfrei zu machen.

Es darf als ein ganz allgemeiner Grundsatz der Denkmalpflege gelten, dafs die in den Museen und Sammlungen befindlichen Kunstwerke denselben Schutz verdienen und dieselbe Fürsorge verlangen wie die nicht in Gesellschaft anderer, sondern vereinzelt aufgestellter und aufbewahrter Kunstgegenstände, und dafs Bestimmungen, die den Schutz und die Erhaltung beweglicher Kunstwerke bezwecken, sich ganz natürlich auch auf sie beziehen. In dem Verhältnifs eines Kunstwerkes zu seinem Eigenthümer, dem Département oder der Commune, wird dadurch nichts geändert, dafs es etwa aus dem Sitzungssaal im obersten Stockwerke eines hôtel de ville in das Museum im untersten Stockwerke desselben Gebäudes überführt wird; nur ist das öffentliche Interesse, die Grundlage und Ursache des in dem Gesetz beabsichtigten Schutzes, noch gröfser, weil das Publicum durch die Erklärung einer Vereinigung von Gegenständen zum Museum einen Anspruch auf Besichtigung und damit auf ein Mitgeniefsen hat. Der ganze Begriff „Museum, Sammlung" ist ja ein durchaus unbestimmter. Thatsächlich wird die staatliche Aufsicht diesen Sammlungen gegenüber mehr zurücktreten dürfen, weil in den meisten Fällen geeignete Persönlichkeiten mit ihrer Beaufsichtigung betraut sind; sie wird nur subsidiär zu wirken haben überall da, wo diese Aufsicht versagt und ungenügend erscheint. Die Ueberweisung eines Kunstwerkes in eine kleine Sammlung, die blofse Existenz eines Conservators bietet nur leider in Frankreich ebensowenig Garantie für eine dauernde Erhaltung wie anderswo. Eine Aufsicht über die öffentlichen Sammlungen ohne Ausnahme hat die Staatsregierung in anderen Culturländern als eine ganz selbstverständliche Pflicht angesehen am frühesten, schon auf Veranlassung des Reichsantiquars Sjöborg in Schweden,[128]) dann in Italien, und im ausgedehntesten Mafse in Spanien[129]) und Griechenland.[130])

Frankreich besitzt aufserhalb Paris heute in den Départements etwa 130 Museen, die einen solchen Namen verdienen. Ihr Ursprung ist dreifacher Art.

Die ersten sind entstanden unmittelbar im Anschlufs an die 1791 erfolgte Gründung des ältesten französischen Museums im Louvre, das aus dem von der Nationalversammlung für Staatseigenthum erklärten Gemäldecabinet des Königs gebildet wurde. Bei dem Verkauf der confiscirten Schätze der Emigranten wurden dann durch das Decret vom 10. October 1792 eine Fülle von Kunstwerken ausgesondert, die zunächst in den gröfseren Städten, in Angers, Grenoble, Marseille, Tours, Bordeaux, Dijon, Lille, Toulouse und in grofsen Dépôts vereinigt aufbewahrt wurden. Noch auf Veranlassung des Girondisten Roland wurden die zusammengeschleppten Schätze geordnet, sodafs schon 1795 Toulouse, Tours, Lille, von 1797 an dann Angers, Grenoble, Le Mans, Dijon ihre Museen eröffnen konnten.

Die weitere Bereicherung geschah durch Napoleon. Durch Verfügung vom 14. Fructidor des Jahres VIII (1800) bestimmte der erste Consul, dafs 826 Gemälde aus der grofsen Kriegsbeute an Bildern in 15 Sammlungen eingetheilt und den Städten Lyon, Bordeaux, Brüssel, Strafsburg, Marseille, Rouen, Nantes, Dijon, Toulouse, Genf, Caen, Lille, Mainz, Rennes, Nancy zur Verfügung gestellt würden. In den Jahren 1803 und 1811 folgten dann noch weitere Sendungen.

Zweiundzwanzig Museen sind so Schöpfungen der Revolution und des Kaiserreiches. Die folgenden Jahrzehnte brachten eine geringe Vermehrung, in den dreifsiger Jahren begannen die archäologischen Sammlungen aus der Erde zu wachsen, und gleichzeitig vermehrte sich rasch die Zahl der übrigen Museen. Eine ziemlich beträchtliche Reihe ist entstanden aus Geschenken und Testamenten Privater, so die Museen zu Avignon, Cherbourg, Tarbes, Perpignan, Montauban, Châlons-sur-Marne, andere sind durch die Initiative eines Präfecten oder Maire hervorgerufen, so die zu Orléans, Melun, Brest, Nîmes, Périgueux, Le Havre, Nérap, Dieppe. Vereinzelte Museen sind entstanden, indem eine Stadt mit einem Male eine grofse Sammlung erwarb, so das *musée archéologique* zu Marseille, die Museen zu Arles und Vienne. Die meisten archäologischen Museen und Sammlungen: zu Narbonne, Évreux, Béziers, Douai, Épinal sind von den archäologischen und historischen Gesellschaften ins Leben gerufen.[131])

126) Ducrocq a. a. O. p. 40.

127) Ducrocq p. 10, 43 und vor allem Tétreau p. 169 bis 175 haben diese Anschauung verfochten. Ueber die wichtige Entscheidung des Appellhofes von Lyon vom 17. Juni 1896 vgl. Tétreau p. 173.

128) v. Wussow, Die Erhaltung der Denkmäler in den Culturstaaten der Gegenwart I, S. 219. — v. Helfert, Denkmalpflege S. 4.

129) Zu den Pflichten der *comisiones de monumentos históricos y artisticos*, deren eine in jeder Provinz besteht, gehört die Beaufsichtigung, Erhaltung und Vermehrung der bestehenden Museen oder die Errichtung von solchen (§ 2, 4, 5 des *Reglamento de las comisiones provinciales de monumentos historicos y artisticos, aprobado por S. M. en 24 de Noviembre de 1865*, Madrid 1866).

130) Vgl. das Gesetz vom 10. Mai 1834 bei von Wussow II, S. 252. Die Forderung einer dauernden staatlichen Ueberwachung der Sammlungen ist auch von Murray, *An archaeological survey of the united Kingdom*, Glasgow 1896, p. 89 ausgesprochen worden.

131) Materialien bei Henry Houssaye, *Les musées de province: Revue des deux mondes 1. avril 1880*, p. 546. Ausführlich dann Clement de Ris, *Les musées de province*. Ueber die Entstehung der gröfseren Sammlungen während der Revolution handelt die neuere vortreffliche Arbeit von Fr. Benoit, *L'art français sous la révolution et l'empire*, Paris 1897, p. 110, 119. Gegen die Ueberschätzung der Verdienste der Revolutionsmänner um die Kunst, wie

Die nicht zu den *musées nationaux* gehörigen Sammlungen zerfallen in zwei Klassen, in die den Départements und die den Gemeinden gehörigen. Die *musées départementaux* sind entweder directes Eigenthum des Départements oder der gelehrten Gesellschaften. Der Präfect oder die Gesellschaft ernennt dann den Conservator, die Museen erhalten ihre Fonds von den *conseils généraux* und von den gelehrten Gesellschaften, die *conseils municipaux* haben dafür nur den Museen geeignete im Besitz der Stadt befindliche Räume zur Verfügung zu stellen. Die *musées communaux* oder *municipaux* sind Eigenthum der Städte, die gröfseren werden verwaltet durch einen eigenen Conservator unter Beirath einer Museumscommission als Vertreterin des *conseil municipal* und einer berathenden Commission für die Ankäufe. Die Unterhaltung und Vermehrung geschieht ganz auf Kosten der Städte. Freilich haben nur die grofsen Städte, Marseille und Toulouse voran, ausreichende Fonds; es giebt aber kleine Städte, die überhaupt keinen Sou für ihre Museen auswerfen. Die Gehälter der Conservatoren sind, entsprechend der geringen Höhe der Beamtengehälter überhaupt, sehr niedrig. In vielen der kleinen Städte ist der Conservator zugleich Archivar, Bibliothekar, Zeichenlehrer; oft genug sind es nach schlechter alter Tradition einheimische Künstler von kleinem Können, aber grofsem Selbstbewufstsein. Unter den archäologischen Directoren und Conservatoren befindet sich eine ganze Reihe ausgezeichneter Gelehrter, aber Frankreich fehlen die eigentlichen Kunstgelehrten, die systematisch für die Museumslaufbahn vorgebildet sind. Das hängt wieder zusammen mit dem Fehlen der Kunstgeschichte als eigentlichem Lehrfach an den Universitäten. Ein solcher Stamm von in allen Sätteln der Museumspraxis gerechten jüngeren Beamten, wie ihn in Deutschland vor allem die Schule der Berliner Museen schafft, mangelt Frankreich noch ganz.

Der gesamte Reichthum der französischen Départementsmuseen ist ja nicht entfernt mit dem Reichthum der deutschen Sammlungen aufser Berlin zu vergleichen. Es fehlte hier eben an alten fürstlichen Galerien und Cabinetten, die wie München, Dresden, Braunschweig, Cassel den Grundstock zu den späteren Sammlungen bilden konnten. Die Reste der grofsen Collectionen des 16. bis 18. Jahrhunderts in Frankreich, die Sammlung der Diana von Poitiers, der Katharina von Médicis, Ludwigs XIV., Ludwigs XV., die Sammlungen Richelieu, Mazarin, de Marolles, Guise, de Gaignières, Caylus, Gersaint sind eben alle in Paris gelandet. Der Staat hat dafür die Verpflichtung gefühlt, die Provinzen entsprechend zu füllen, und nach dem Vorbilde jener von Napoleon vorgenommenen Vertheilung regelmäfsig den einzelnen Museen weitere Kunstwerke zugewandt. Seit Napoleon III. sind diese Verbannungen in die Provinz zur Regel geworden. Zweimal, 1862 nach der Erwerbung der Sammlung Campana und 1872 bei der Musterung der Dépôts im Louvre und der Stiftung Lacaze, sind ganze Partieen von Gemälden in die Départements entsandt worden. Bis zum Jahre 1872 gab es *inspecteurs des musées de province*, die über die Unterbringung und Erhaltung dieser den Museen vom Staate überwiesenen Kunstwerke — und nur dieser — zu wachen hatten. Im Jahre 1872 wurden diese Posten aus Sparsamkeitsgründen cassirt. Es wurden zwar wieder neue *inspecteurs* eingesetzt, aber ohne genaue Formulirung ihrer Functionen. Heute besteht unter der *direction des beaux-arts* nur die Stelle eines einzigen *inspecteur principal des musées des départements* (z. Z. bekleidet von M. Roger-Marx), der die Pflichten der früheren drei vereint erfüllen soll.

Noch im Jahre 1880 forderte Henry Houssaye, dafs analog der königlichen Ordonnanz über die Bibliotheken vom 22. Februar 1839, die diese der Staatsautorität unterstellt, eine entsprechende gesetzliche Vorschrift über die Verwaltung der Museen geschaffen würde. Nach dem Gesetz vom 30. März 1887 ist eine weitere gesetzliche Handhabe nicht mehr nöthig. Wenn das *classement* der *objets mobiliers*, das den wundesten Punkt der ganzen französischen Organisation bildet, bei den vereinzelten Kunstwerken heute noch unüberwindbare Schwierigkeiten macht: bei den Museen ist das ja, eben dadurch, dafs die Inventare in den meisten Fällen in Gestalt der Kataloge schon vorliegen, so sehr erleichtert.

Dafs die kleineren Museen zumal der Staatsaufsicht — oder besser gesagt: der einsichtigen Förderung durch wohlunterrichtete, taktvolle, mit der Staatsautorität ausgestattete, gelehrte Fachleute dringend bedürfen, das braucht gar nicht erst betont zu werden. Für die Aufstellung, Anordnung, Nutzbarmachung, für Restaurationen und Reparaturen giebt es allgemein gültige und erprobte Grundsätze, die die Conservatoren der kleinen Städte kaum kennen können. Die Museen sind öffentliche Erziehungsanstalten, der Staat hat das gröfste Interesse daran, dafs sie ihre Aufgabe auch erfüllen. Durch Vernachlässigung sind eine ganze Reihe von Sammlungen auf das schwerste geschädigt worden: in Limoges ist 1874 ein grofses Museum ganz verschwunden, in den Magazinen gehen werthvolle Schätze durch Unkenntnifs zu Grunde. Die Bezeichnungen, besonders die Bestimmungen der Bilder, sind zum Theil ganz unmöglich. Und oft genug sind die Directoren gerade die schlimmsten und bei ihrer Machtfülle die gefährlichsten Feinde der Sammlungen: auch gegen unverständige und träge Leitung mufs der Staat Schutz geben.[132]) Der *inspecteur des musées de province* hat zunächst eine ganz beschränkte Aufgabe, über die *envois de l'état* zu wachen, Vorschläge für weitere Sendungen, Ergänzungen zu machen, die lebendige Fühlung mit den Provincialmuseen und der Hauptstadt für die moderne Kunst herzustellen. Es bedarf eines viel stärkeren Kehrbesens, um

sie sich bei Eugène Despois, *Le vandalisme revolutionnaire, fondations littéraires scientifiques et artistiques de la convention*, Paris 1868, findet, wendet sich Louis Courajod, *Alexandre Lenoir, son journal et le musée des monuments français*, Paris 1878, I. Von Interesse ist die erste allgemeine Instruction zur Verwaltung der kleineren Sammlungen: *Instruction sur la manière d'inventorier et de conserver, dans toute l'étendue de la République, tous les objets qui peuvent servir aux arts, aux sciences et à l'enseignement, adoptée par le comité d'instruction publique de la convention nationale*, Paris 1795. Die späteren Instructionen bei Courajod I, p. XXI, LXIII.

132) Man darf hier wohl an die scharfen Worte von Courajod erinnern — Worte, die man gern auch anderen als französischen Museumsverwaltern ins Stammbuch schreiben möchte: *Les musées ont deux sortes d'ennemis à redouter: les ennemis du dehors et les ennemis du dedans; ceux qui les détruisent de temps en temps, plus ou moins partiellement, et ceux qui les composent mal ou ne savent pas les composer du tout. De ces deux genres d'ennemis le dernier est le pire. Les méchants ne peuvent faire le mal que pendant de rares moments d'anarchie et de désordre politique. Au contraire, il n'y a pas d'interruption dans la sinistre influence des incapables, quand ceux-ci sont investis de fonctions publiques.* Louis Courajod, *Alexandre Lenoir, son journal et le musée des monuments français*, Paris 1878, I, p. VI.

den alten Schlendrian auszufegen: Mérimée und Vitet, de Caumont dazu haben s. Z. eine ihrer Hauptaufgaben in der Belebung, der Reorganisation der kleineren Sammlungen, in der Gründung neuer erblickt. Es war nur natürlich, dafs die Nachfolger Mérimées in dem Amte der *inspecteurs généraux*, der *commission des monuments historiques* nach ihrer ganzen Thätigkeit und Vorbildung als Architekten dieser Aufgabe weniger geneigt und wohl auch weniger gewachsen waren und diese Seite fast ganz vernachlässigten. Aber hier liegt noch ein grofses offenes Feld für den vierten *inspecteur général*, dem die *objets mobiliers* besonders anvertraut sind, ein Feld, auf dem noch das Beste in befruchtender Anregung geleistet werden kann. Von welcher Stelle des *service des beaux-arts* diese nothwendige Förderung ausgeübt wird, das ist ja zuletzt gleichgültig; genug, dafs sie ausgeübt wird. Im Staatsbudget steht nur ein kleiner Posten von 15000 Francs für Unterstützung beim Anfertigen von Katalogen, Inventaren, bei Restaurationen innerhalb der Museen der Provinz, dafür aber die Summe von 200000 Francs für die Erwerbung von modernen Kunstwerken auf den alljährigen Ausstellungen, die zum gröfsten Theil in die Départements wandern. Mit einer planvollen Verwaltung dieser Fonds ist immerhin schon etwas zu erreichen.

Es liegt nicht im Sinne dieser Ausführungen, hier irgendwie eine Charakteristik und Würdigung der französischen Départementsmuseen zu versuchen — nur ihre Beziehungen zur Denkmalpflege sind hier von Interesse. Da fällt bei den meisten Sammlungen von vornherein auf die ganz aufserordentliche Fülle der Steindenkmäler, römischer, gallorömischer, wie vor allem auch mittelalterlicher. Fast alle grofsen städtischen Museen betrachten es als ihre Aufgabe und setzen ihren besonderen Stolz darein, alle plastischen Denkmäler und die wichtigsten Architekturstücke von abgebrochenen Bauwerken zu sammeln und den bei gröfseren Restaurationen beseitigten, ausgewechselten, ersetzten Sculpturen thunlichst ein Unterkommen zu gewähren. Es ist selbstverständlich zunächst zu erwarten, dafs Sens und Reims den herausgenommenen Sculpturen der dortigen Kathedralen ein Unterkommen bieten — erst in zweiter Linie kommt Paris mit dem Musée Cluny in Betracht. Dieses Aufbewahren genügender Proben von Architekturtheilen ist leider bei wichtigen Wiederherstellungsarbeiten, so vor allem in Périgueux, versäumt worden. In den meisten Fällen aber ist diese Aufgabe mit Eifer verfolgt worden. Man hat sich durch den Mangel an Raum nicht verleiten lassen, wie so oft in Deutschland, werthvolle Objecte abzuweisen und sie lieber vorläufig in Dépôts untergebracht: in Caen hat man, da das *musée des antiquaires*, de Caumonts Gründung, nicht ausreichte, die alte Kirche St. Etienne mit grofsen Steindenkmälern gefüllt, in Narbonne sind ebenso, nachdem schon in dem Garten vor dem Museum 500 mit Sculpturen, Ornamenten und Inschriften bedeckte Blöcke aus der römischen Stadtmauer aufgestellt worden sind, noch an die 800 solcher Blöcke in der Kirche St.-Paul-Serge untergebracht.

Diese Sammlungen von steinernen Denkmälern sind zumeist mit den grofsen Museen vereinigt, nur selten, wie in Reims, Nîmes, Arles als besonderes *musée lapidaire* ganz abgetrennt. Die Sammlung an plastischen Werken und Architekturstücken des Museums zu Toulouse birgt neben ihren Schätzen an römischen Sculpturen, den grofsen Herculesreliefs aus Martres-Tolosanes, seinen mehr als 100 römischen Büsten aus Toulouse, Béziers, Martres-Tolosanes in der mittelalterlichen Abtheilung eine Fülle von Sculpturen, die die betreffende Abtheilung des Clunymuseums durchaus übertrifft, darunter die romanischen Portalsculpturen von St. Etienne und von der Daurade in Toulouse, eine Fülle von Grabdenkmälern, Reliefs, Einzelfiguren, allein 14 merowingische Sarkophage, unter den Architekturstücken allein 190 Capitelle.

Man kennt in Frankreich nicht die für die Forschung unheilvolle, für die Museen bedenkliche strenge Scheidung zwischen antiker und mittelalterlicher Kunst auf dem gleichen französischen Boden und das Zurücksetzen der zweiten gegen die erstere in den Sammlungen. Der Begriff Archäolog deckt alle Freunde und Forscher der älteren wie der ältesten Cultur Frankreichs. Die Cultur ist hier eine ununterbrochene, ohne Risse und Lücken: die römische Kunst geht ganz von selbst in die gallorömische, die gallorömische in die merowingische, die merowingische in karolingische, die karolingische in die romanische über: wo sollte da ein entscheidender Einschnitt gemacht werden? Gerade die ununterbrochenen Reihen der Steindenkmäler in den Museen zeigen die Fortbildung der römischen Formen bis zu den romanischen glänzender und einleuchtender als jede historische Deduction.

Als ein besonderer Vorzug der Départementsmuseen mufs nun das grofse Geschick in der Aufstellung gerade dieser Steindenkmäler anerkannt werden. Das Vorbild und die Musteranstalt bildet natürlich auch hier das *Musée des antiquités nationales* von St. Germain-en-Laye. In Caen, Rouen, Sens, Lyon, Nîmes, Arles, Marseille, Toulouse, Orléans, überall sind diese Denkmäler in wirkungsvollen Gruppen vereinigt, ohne das wissenschaftliche Princip gerade zu verletzen. Nirgends jene komische Prätension, jedes römische Steinchen auf sein eigenes hölzernes Stühlchen zu setzen. Als mustergültig für die Aufstellung darf hier das neue, erst 1896 eingeweihte archäologische Museum zu Nîmes bezeichnet werden. Hier sind in den nach dem inneren Hof zu sich öffnenden Arcaden — die Anlage eines Arcadenhofes oder eines Kreuzganges dürfte überhaupt für Steindenkmäler die gegebene sein — alle Arten von Architekturstücken, Säulen, Capitellen, Fries- und Architravtheilen aufgestellt, an den Rückwänden der Säulengänge und in den sich nach ihnen öffnenden Cabinetten an den Wänden die Inschriften, in bester und übersichtlichster Anordnung.

Ein glücklicher Umstand hilft noch in den meisten Fällen, eine wirkungsvolle Vertheilung und Aufstellung gerade der Steindenkmäler zu ermöglichen, der Umstand, dafs mit Vorliebe für die Museen alte historische Gebäude ausgewählt sind. Zunächst rein als Nothbehelf, aber schon längst ganz bewufst, nicht nur um den Kunstwerken selbst den historischen, stimmungsvollen Hintergrund zu geben, sondern auch um durch diese Benutzung für öffentliche Zwecke die beste Garantie für eine dauernde Schätzung und Erhaltung eines historischen Denkmales zu geben. So ist, nur um Beispiele zu nennen, in Caen das *musée des antiquaires* in dem alten Jesuitencolleg untergebracht, in Toulouse das Museum im Convent des Augustins, mit seinem Capitelsaal, seinem grofsen gothischen Kreuzgang und seinem

Renaissancehof, wohl dem entzückendsten Binnenhof auf französischem Boden, der die feinsten Reize genuesischer Palastanlagen wachruft, in Narbonne schlecht und recht in der alten erzbischöflichen Burg, in Arles in der alten Kirche des Oratoriens, in Dijon im ehemaligen Palais der Herzöge von Burgund — die Hauptstücke, die Grabdenkmäler von Philipp dem Kühnen und Jean sans Peur, stehen in der salle des gardes —, in Nîmes endlich sind die römischen Denkmäler in der Maison Carrée, dem schönsten römischen Tempel Frankreichs, aufgestellt.

In Orléans sind die drei Sammlungen der Stadt in den schönsten alten Profanbauten untergebracht: das *musée de peinture et de sculpture* im alten gothischen Stadthaus, das *musée historique* in dem hôtel Cabut, das die legendarische Erinnerung an Diana von Poitiers schmückt, und das *musée Jeanne d'Arc* in dem Hause der Agnes Sorel in der rue du Tabour. Der Gedanke, dafs Profanbauten immer am besten erhalten werden und auch am besten zur Wirkung kommen, wenn sie für ideale öffentliche Zwecke bestimmt sind, ist auch in anderen Fällen bei ähnlichen Fragen der Denkmalpflege der leitende gewesen. Das Hôtel d'Assézat, einer der schönsten Renaissancebauten von Toulouse, ist vor drei Jahren durch den Banquier Ozenne der Stadt Toulouse geschenkt, die darin den sämtlichen wissenschaftlichen Vereinen der Stadt ein Heim angewiesen hat. So ist das Hôtel, dessen nothwendige Restauration der Haupterbe, der Professor Deloume, in grofsherziger Weise übernommen hat, eine ganz einzigartige Residenz von acht toulousaner Gesellschaften geworden: voran der ehrwürdigen *académie des jeux floraux*, der ältesten und poetischsten Academie Frankreichs, die jetzt in dem neuen Palaste dem gai savoir huldigt.

Das Transportiren ganzer Façaden und ganzer Portale in die Museen und ihr Wiederaufbau dort hatte die Franzosen schon Lenoir gelehrt, sie können es jetzt noch an den Resten seines Museums im Hofe der *école des beaux-arts* lernen. In Caen, in Orléans, in Avignon hat man diese Lehren befolgt — und immer die schönsten und wirkungsvollsten Architekturbilder damit geschaffen. In Deutschland hat das im grofsen Stil nächst Essenwein in seinem Germanischen Museum nur Brinckmann im Hofe des Hamburger Museums für Kunst und Wissenschaft versucht.

Es braucht ja gar nicht betont zu werden, um wie viel lebendiger und unmittelbarer die Wirkung gerade der Steindenkmäler in solchen alten Bauten ist, um wie viel künstlerischer der ganze Eindruck wird und welchen grofsen Vortheil von Einheit und Stimmung dem gegenüber die neueren weiträumigen Anlagen eingebüfst haben.

Ein letzter Vorzug der französischen Départementsmuseen mag noch hervorgehoben werden: die Fülle der Aufnahmen älterer Bauwerke des Ortes oder des Départements, für die die Sammlung geschaffen ist. Aufnahmen aller Art, darunter ganze Reihen der sorgfältigsten Zeichnungen von zum Theil abgebrochenen Gebäuden. Eine der schönsten Proben dieser Art bilden die unvergleichlichen noch aus der französischen Zeit stammenden grofsen Zeichnungen lothringischer Denkmäler von Migette im Museum zu Metz. Daneben ist etwa im Museum zu Tours eine ganze Monumentalstatistik des Départements Indre-et-Loire in Photographien ausgestellt. Aufnahmen von Wandgemälden, alte Pläne und Ansichten, Kupferstiche, Photographieen, Zeichnungen, zum Theil sauber ausgeführte Aquarelle hängen in den meisten der kleineren Sammlungen neben den Kunstwerken selbst, oft ganze localgeschichtliche Sammlungen, vereinigt mit Portraits und allerlei Reliquien von Kirchthurmsgröfsen, aber auch in dieser oft genug kunterbunten Zusammenstellung für jeden, der sich über den Denkmälervorrath orientieren will, werthvoll. Im archäologischen Museum zu Nîmes, das nun einmal für die ältere Archäologie neben dem Museum von St. Germain vorbildlich ist, hat man einen ganz besonderen Werth auf die Ausstellung von Modellen der römischen Gebäude gelegt. Der Gedanke ist nicht neu: eine ähnliche Sammlung besitzt schon seit Jahrzehnten, heute ziemlich verwahrlost, die Bibliothek des *école des beaux-arts* in Paris. Im Museum zu Nîmes sind die sämtlichen römischen Gebäude der Stadt selbst, vom Amphitheater bis zum sog. Nymphäum, dann die römischen Denkmäler zu Arles, Orange, St. Remy, kurz aus der ganzen Provence bis zu dem riesigen *pont du Gard* in Modellen im gleichen Mafsstab aufgestellt, aus Holz, Gips und hartem dichten Kork gefertigt, der in seiner Structur und Porosität den südfranzösischen Kalkstein vorzüglich wiedergiebt. An den Wänden dazu zur Erläuterung vortreffliche grofse Aufnahmen und Grundrisse. Daneben zum Vergleich, in der gleichen Technik und im gleichen Mafsstabe eine Reihe von vorläufig 13 römischen Bauwerken aus Italien, der Tempel von Pästum, das Amphitheater von Capua, eine ganze Zahl von einzelnen Gebäuden aus Pompeji. Das Ganze ist eine graphische und plastische Denkmälerstatistik der römischen Provence, auch für den Gelehrten durch die Möglichkeit des Nebeneinanderstellens und Vergleichens von Wichtigkeit, für den Unterricht ein unersetzliches Material und für den Laien das fesselndste, am besten, am schlagendsten informirende, am meisten belagerte Object im ganzen Museum. Die Erfahrung bei grofsen Ausstellungen hat gelehrt, dafs solche Zusammenstellungen auch das grofse Publicum am meisten anziehen und sofort verständlich sind: auf der Weltausstellung in Chicago wurde kaum eine Abtheilung so bewundert wie die Collection der Modelle der Felsenwohnungen von Neu-Mexico und Arizona und der Erdwerke aus dem Ohio-Thale. In England ist mit der Anfertigung ganzer Reihen von Modellen im gleichen Mafsstab, zunächst der keltischen Kreuze, der Anfang gemacht worden.[133]) Zumal die dem Abbruch und der Zerstörung geweihten Denkmäler verdienten auf diese Weise festgehalten zu werden, wie es in Deutschland gelegentlich, aber leider nicht consequent, versucht worden ist.

Nach dem Vorbild der glänzenden Culturbilder, die Alexandre Bertrand mit eben so viel wissenschaftlicher Kritik wie künstlerischem Geschmack in dem Museum von St.-Germain-en-Laye geschaffen hat, ist dann auch in anderen Museen der Versuch gemacht werden, die vorhandenen Originale durch Abgüsse anderer verwandter Stücke zu erläutern, in St. Germain sind Abgüsse von den Hauptstücken aus den Museen zu Mainz, Bonn, Wien, Orléans, Rouen, Besançon, Avignon u. a. m. zur Aufstellung gekommen: die kleineren Sammlungen fangen an, dem nachzueifern. Freilich ist nur eben erst der Anfang gemacht, aber es ist damit wenigstens das unglück-

133) Vgl. *Proceedings of the society of antiquaries of Scotland*, 2. Serie, XIII, p. 176, 311. — Murray a. a. O. p. 86.

liche Princip, Nachbildungen nicht neben Originalen aufzustellen, durchbrochen worden. Dafs dadurch die ganze Sammlung wieder um ein gutes verständlicher und vor allem für ein gröfseres Publicum verständlicher wird, braucht ja nicht erst gesagt zu werden.

IX. Ergebnisse and Lehren der Wiederherstellungsarbeiten.

Es erübrigt zum Schlufs noch, den Versuch zu machen, die praktischen Leistungen der französischen Denkmalpflege und ihre thatsächlichen Erfolge bei den Wiederherstellungs- und Sicherungsarbeiten an historischen Denkmälern zusammenfassend zu charakterisiren. Eine Aufzählung der gesamten Arbeiten auf diesem Gebiete hiefse eine vollständige Geschichte der Thätigkeit jener oben geschilderten Einrichtungen zu geben. Hier kommt es nur auf ein Gesamturtheil an und auf die Hervorhebung dessen, worin die französische Denkmalpflege das Vorbild und die Lehrmeisterin — auch in den schlechten Erfahrungen — für die parallelen Bestrebungen in den Nachbarländern geworden ist und noch werden kann. Das Gesamturtheil, das in den Kreisen deutscher Architekten und Kunstgelehrten über die französischen Leistungen besteht, ist ein merkwürdig schwankendes. Es beruht wohl einmal auf der Kenntnifs von einer nicht hinlänglich grofsen Zahl dieser Arbeiten und sodann darauf, dafs alle Restaurationen, die bei flüchtigem Besuche des Landes dem Reisenden entgegentreten, zu sehr als Leistungen einer Zeit und einer einheitlichen Verwaltung aufgefafst werden. Man vergifst zu leicht, dafs hier die Wiederherstellungsthätigkeit schon ihre Geschichte und eine ziemlich rasche Entwicklung hat.

Die französische Architektur gehört unter der Herrschaft der Restauration (1815—1830) noch ausschliefslich der klassischen Schule an und steht noch ganz unter dem Banne Perciers. Während in England, wo die gothische Tradition nie ganz erloschen war, schon 1829 die erste wirkliche Wiederherstellung eines historischen Bauwerkes in seiner ursprünglichen Formensprache zu verzeichnen ist — am Chor der Kathedrale von York —, tritt in Frankreich erst in der Mitte des nächsten Jahrzehnts Lassus mit seinem Project für die Restauration der Sainte-Chapelle in Paris hervor, und erst am Ende des Jahrzehnts beginnen hier die Arbeiten. Caristie und Duban waren der oben geschaffenen *commission des monuments historiques* als Architekten beigegeben, und mit Duban zusammen hatte Lassus die erste grofse Wiederherstellungsarbeit übernommen. Lassus wird jetzt das Haupt der neuen, der romantischen Schule, die den Kampf mit der klassischen aufnimmt, und auch in Neuschöpfungen ihr erster grofser Vertreter, der mit vollendeter Künstlerschaft und mit freier Sicherheit sich in den Formen des 13. Jahrhunderts bewegt: schon 1843 beginnt er seine Kirche St. Nicolas zu Nantes, kurz darauf zu Paris die Kirche von Belleville. Die Ausbildung der für die Wiederherstellungsarbeiten erforderlichen speciellen Fähigkeiten und Stilkenntnisse ist naturgemäfs abhängig davon, ob die Architekten sich noch freischöpferisch ungehindert in der betreffenden Formensprache bethätigen können. Viollet-le-Duc, der in dem *Entretiens d'architecture* und dann in der Vorrede zu seinem *Dictionnaire* das Programm der neuen Richtung mit seiner glänzenden Beredsamkeit aufgestellt hat, hat diese Nothwendigkeit auch immer wieder hervorgehoben. Viollet-le-Ducs Verdienst als Restaurator liegt vor allem in seiner Durchdringung und Beherrschung aller Künste und Techniken. Er war wirklich im Stande, im Geiste der mittelalterlichen Bauleiter zu schaffen — nach dem Vorbild des Villard de Honnecourt, dessen merkwürdiges Skizzenbuch damals eben hervorgezogen wurde, producirte seine unerschöpfliche Phantasie hinter einander, nahm sein Auge hinter einander auf Bauwerke, Sculpturen, Malereien, Decorationen. Wie unverständig und unverständlich war dem gegenüber der Widerstand der *académie des beaux-arts*, von Raoul Rochette, der mit den abgegriffensten Doctrinen der doctrinärsten Aesthetiker des 18. Jahrhunderts, der Marot und Boffrand, arbeitete, und gar von Ingres, der ohne jedes Verständnifs für die geschichtliche Entwicklung der Künste die ganze Kunstindustrie abweisen wollte.[134])

Erst im Jahre 1863 wird der Kampf beendet zu gunsten der romantischen Schule, der ausdrücklich durch ein Decret ein Lehrstuhl an der *école des beaux-arts* eingeräumt wird: aber noch einmal mufs Viollet-le-Duc vor einem förmlichen Aufstand der Kunstjünger das Katheder räumen. Der Streit wird eben auch hier mit französischem Temperament ausgefochten.[135])

Der erste Versuch in der Wiederherstellung eines gröfseren historischen Bauwerkes war die Restauration der Sainte-Chapelle in Paris gewesen. Schon diese erste Leistung darf als epochemachend bezeichnet werden. Was Lassus hier gethan, im Wiederherstellen und im Neuprojectiren — der reiche Dachreiter ist sein Werk —, steht in Feinfühligkeit und Anpassungsfähigkeit durchaus über den gleichzeitigen Restaurationen von Sir Gilbert Scott in Canterbury, Winchester, Ely u. a., wie Lassus gothische Neubauten in Nantes und Paris über Scotts originalen Schöpfungen, vor allem All Saints Church zu Halifax, die er selbst als sein bestes Werk bezeichnete, und der Nicolauskirche zu Hamburg stehen.

Im Jahre 1845 beginnt dann die Wiederherstellung von Notre-Dame in Paris, Viollet-le-Ducs erstes grofses Meisterwerk. Man vergifst heute gegenüber dem Gesamteindruck des Werkes, wie viel hier vollständig neu ist, vor allem von Sculpturen und Ornamenten. Dafs man das vergifst, ist vielleicht der beste Beweis für die Vortrefflichkeit der Leistung, die trotz mancher Härten, zumal in den plastischen Theilen, mustergültig ist und zu ihrer Zeit unübertroffen war. Dazu die raffinirt geschickte Behandlung der Anbauten: man braucht nur mit seiner Sacristei, die so glücklich mit der ganzen Gruppe zusammengeht, den erst 1869 vollendeten unglücklichen Sacristeibau am Kölner Dom zu vergleichen. Viollet-

134) Die Worte des berühmten Malers sind höchst charakteristisch für diesen Widerstand: *Maintenant on veut mêler l'industrie à l'art! L'industrie: nous n'en voulons pas! Qu'elle reste à sa place et ne vienne pas s'établir sur les marches de notre école, vrai temple d'Apollon, consacré aux arts seuls de la Grèce et de Rome!* Man mufs das Jahr 1863 hinzusetzen — klingen die Worte aber nicht wie aus dem Jahre 1763?

135) Vgl. über diese ganze interessante Entwicklung Lucien Magne, *L'architecture française du siècle*, Paris 1889, p. 28, 40, 54 und das letzte Capitel von Raoul Rosières, *L'évolution de l'architecture en France*, Paris 1894 (*Petite bibliothèque d'art et d'archéologie*). An der *École des Beaux-Arts* beginnt thatsächlich ein geordneter Unterricht in der Architektur des Mittelalters erst im Jahre 1893 — sage und schreibe: 1893 — auf die Reclamationen von Antonin Proust hin: der neue Lehrstuhl wurde Paul Boeswillwald anvertraut.

le-Ducs Fürsorge erstreckte sich auf die ganze Umgebung seiner Kathedrale: wie anders wirkt hier das machtvolle Reiterdenkmal Karls des Grofsen von Rochet mit dem von Viollet-le-Duc entworfenen Piedestal vor Notre-Dame in Paris als die wundervoll durchgeführte aber viel zu zierliche ekstatische Jeanne d'Arc von Paul Dubois vor der Kathedrale zu Reims, die wie ein fein ciselirter Tafelaufsatz auf einem leeren Tisch steht.

Der grofsen Zeitkrankheit, der unglücklichen Sucht nach Stilreinheit ist freilich auch hier gefröhnt worden: die ganze Ausstattung des 17. Jahrhunderts, vor allem die sculptirten Chorstühle sind dem zum Opfer gefallen. Ebenso sind damals in St. Sernin zu Toulouse alle Statuen des 15. und 16. Jahrhunderts beseitigt worden, in der Kathedrale zu Sens die Renaissanceanbauten, die Chorgitter des 18. Jahrhunderts, in der Kathedrale zu Amiens die Ausstattung des 18. Jahrhunderts. Aber Frankreich hat diese Krankheit sehr viel früher überwunden als etwa Deutschland. In den letzten Jahrzehnten haben eine Reihe der besten Köpfe, voran Anatole Leroy-Beaulieu, Baron von Geymüller und Robert de Lasteyrie sich bemüht, die Hauptgrundsätze für eine dem historischen Charakter eines Bauwerkes vollständig gerecht werdende Wiederherstellung zu formuliren.[136] Diese für die ganze Frage und nicht nur für Frankreich höchst wichtigen Erörterungen stellen zunächst eine gesunde Reaction gegen das Zuviel in den Wiederherstellungen und die blinde Restaurationswuth dar. Die verhängnifsvolle Wirkung vieler technischer Mafsnahmen, die kunstgeschichtlichen Urkundenfälschungen, die dadurch begangen werden, werden gegeifselt, das Abarbeiten der Ornamente und des statuarischen Schmuckes, le grattage, wird mit all seinen schlechten Folgen vorgeführt, die Verwischung des kunstgeschichtlich originalen Charakters bei einer ganzen Reihe von Restaurationen signalisirt. Die Losung, die der *ami des monuments* vor allem ausgegeben hat, heifst: „Erhalten, nicht wiederherstellen!"

Diese ganzen Bestrebungen haben eine doppelte Quelle. Einmal ist es die nothwendige und durchaus gesunde Gegenwirkung gegen die Forderung der Stilreinheit und das Uebertreiben bei den Restaurationen, dann aber spielen hier auch zuweilen etwas ungesunde romantische Anschauungen mit. Das zeigt sich zumal bei den Sicherungsarbeiten an Ruinen von bekannten Profandenkmälern. Hier wirkt zugleich ganz deutlich der Einflufs der englischen *Antirestorationists* auf den Continent hinüber. Die *society for the protection of ancient buildings*, die den Hauptstamm der *Antirestorationists* bildete, scheint wirklich die historischen Denkmäler in erster Linie vor den übereifrigen Architekten schützen zu wollen.[137] Spät aufgegangene Keime Walther Scottscher Romantik scheinen hier zu wuchern, und der Führer jener Schutztruppe, William Morris, war ein begeisterter Apostel und Anhänger von John Ruskin, dem heftigsten, beredtesten und einflufsreichsten Gegner der Wiederherstellungen historischer Bauwerke überhaupt. Auch in Deutschland bekannt ist ja sein zorniger Brief über die geplante Wiederherstellung der Abteikirche zu Dunblane, die er *the most vulgar brutality* nennt;[138] und sein Eintreten für San Marco in Venedig.[139] Es liegt ein gut Stück gefährlicher Egoismus in dem Generalisiren dieser Forderungen. Gewifs geht die malerische Wirkung und der Reiz der keuschen Unberührtheit in vielen Fällen verloren bei der Vornahme der Sicherungsarbeiten, die erstere schon bei der Entfernung des lebendigen Grüns von der Mauerkrone. Der dichte Epheu, mit dem die meisten wälischen und schottischen Ruinen umkleidet sind, ist für alle feineren und zierlicheren Theile der bedenklichste Feind. Um die volle Masse des noch aufstehenden Mauerwerkes auch künftigen Geschlechtern und Jahrhunderten zu erhalten, ist es doch wohl besser, zeitweilig einen kleinen Theil des malerischen Reizes zu opfern. Die Denkmalpflege soll überhaupt nicht für das nächste Jahrzehnt, sondern immer für das nächste Jahrhundert arbeiten.

In den meisten Fällen bietet nun aber eine sorgfältige Abdeckung der Mauern und bei den mit reicherer Architektur

---

136) Paul Gout, *La conservation et la restauration des monuments historiques: Gazette des Beaux-Arts* 2. pér. XXIII, p. 207. — Anatole Leroy-Beaulieu, *La restauration de nos monuments historiques: Revue des deux mondes* vom 1. Dec. 1874 und *Ami des monuments* V, p. 191, 255. — Robert de Lasteyrie, *Conservation ou restauration des œuvres d'art et des monuments: Ami des monuments* III, p. 36. — Félix Ravaisson, *De la restauration des sculptures:* ebenda II, p. 88. — L. Augé de Lassus, *A propos de la conservation des monuments:* ebenda IV, p. 8. — M. de Geymüller, *De la restauration des monuments:* ebenda VI, p. 15. — H. Deverin, *La restauration des anciens monuments:* ebenda VI, p. 45. Antwort darauf von Paul Planat p. 49.

137) Eine vortreffliche Uebersicht über alle gröfseren Wiederherstellungsarbeiten an englischen Kathedralen giebt der im vorigen Jahre erschienene Aufsatz von Rev. S. Charles Cox, *The treatment of our cathedral churches in the Victorian age, being the opening adress of the architectural section at Dorchester: The archaeological journal* LIV, 1897, p. 239. Ueber die gesamten Bestrebungen der Engländer auf diesem Gebiete vgl. Sir Edmund Beckett, *Church restoration*, London 1880 (auch in der 2. Auflage von des Autors *Book of Building* gedruckt) S. bei Ch. Cox und Ed. Beckett auch über Sir Gilbert Scotts Thätigkeit. Ueber die Grundsätze der Restaurationen (vor allem gegen die Stileinheit) J. T. Micklethwaite, *On the treatment of ancient architectural remains: The archaeological journal* XXXVIII, 1881, p. 352. — *De la conservation des monuments historiques en Angleterre et des principes qui doivent guider leur restauration: Bulletin monumental* 1896, p. 465. Vortrefflich und vorbildlich ist die schon genannte kurze Anleitung, die das *Royal Institute of British architects* herausgegeben hat ‚*Conservation of ancient monuments and remains*' (London, 9 Conduit Street W.), in der in 19 Punkten die Hauptgrundsätze zusammengefafst sind.

138) Der Brief, den auch die Deutsche Bauzeitung (XXVI, S. 276) schon einmal abgedruckt hat, ist in Stil und Inhalt für den alten Kämpen höchst charakteristisch. Er ist datirt vom 11. März 1887 und lautet auf deutsch: „Geehrter Herr! Restaurationen sind in allen Fällen entweder fette Bissen für Architekten oder sie entstammen der Eitelkeit der betreffenden Geistlichen, und ich zähle sie zur schlimmsten Klasse des Schwindels und der Prahlerei. Die Restauration der Abteikirche zu Dunblane, der reizvollsten Ruine Schottlands, ja in ihrer Art der reizvollsten in der ganzen Welt, mufs ich für die gemeinste Brutalität erklären, deren Schottland sich seit der Reformationszeit schuldig gemacht hat. Viel lieber wäre es mir, zu vernehmen, dafs man eine Eisenbahn quer durch die Ruine gelegt und die Steintrümmer in den Bach geworfen hätte. Ihr immer aufrichtiger John Ruskin."

139) Ruskin hatte 1877 einen glänzend geschriebenen, aber übertriebenen Brief als Einleitung zu der Brochüre des Grafen Alvise Piero Zorzi, *Osservazioni intorno ai ristauri interni ed esterni della basilica di San Marco*, Venedig 1877, geschrieben. Man mufs das herrliche Capitel über San Marco in den *Stones of Venice* (II. Bd., cap. 4) daneben lesen, um die scharfen und klagenden Worte zu begreifen, die dem Autor der Kummer um sein Lieblingskind eingab. Dann hatte die Bewegung für die Erhaltung der Façade von San Marco plötzlich England ergriffen, auf die Veranlassung des Malers Henry Wallis war ein grofses Meeting in Buckingham-Street abgehalten worden, dann folgten ebensolche in Oxford und Manchester, und endlich wurde durch den englischen Botschafter der italienischen Regierung ein grofses von Morris verfafstes und von den ersten Namen Englands, voran von Lord Beaconsfield und Gladstone, unterzeichnetes Promemoria überreicht — eine wohl nicht ganz einwandfreie und politisch sicher recht bedenkliche Form der Bethätigung des Interesses an der Erhaltung eines Denkmales, das doch nicht gerade in einem wilden Lande liegt. Ueber die Verhandlungen vgl. Charles Yriarte, *Les restaurations de Saint-Marc de Venise: Revue des deux mondes* vom 15. April 1880, p. 827.

versehenen Ruinen das Aufsetzen eines Daches die beste Garantie für eine dauernde Erhaltung. In Südfrankreich, wo die meisten Bauten des 12. bis 15. Jahrhunderts in dem unvergleichlichen Material der mächtigen Kalksteinquadern ausgeführt sind, ist mit solchen großen Quadern sofort und in der einfachsten Form die beste Abdeckung gegeben — so haben sich die Ergänzungsarbeiten etwa am Schlofs Beaucaire oder zu Villeneuve-lès-Avignon einfach auf das Neuversetzen oder das Ersetzen verschiedener Quadern mit möglichst dichten Fugen beschränken können. Die Erfahrungen mit Abdeckungen von Cement und Asphalt sind auch in Frankreich überall die schlechtesten gewesen. Dafür hat man an den Backsteinbauten des Languedoc mit gutem Erfolg die Mauern gesichert, indem man die obersten drei Steinschichten neuversetzt hat und dann eine obere Lage von gröfseren Ziegelplatten mit leiser Neigung nach einer Seite aufgebracht hat. Bei den Befestigungen von Aigues-Mortes hat Viollet-le-Duc den Versuch gemacht, die grofsen Zinnendeckel nicht aus dem sonst verwandten vortrefflichen Material aus den Brüchen von Aubais, sondern aus einem cementartigen Kunststein herzustellen. Diese Platten haben 40 Jahr gehalten, aber gerade jetzt haben sie angefangen, auf der ganzen Oberfläche abzublättern. Das ist eben gerade der grofse Lehrwerth jener älteren französischen Restaurationsarbeiten, dafs sie uns die Probe auf die Güte des Materials und die Dauerhaftigkeit der Arbeiten gestatten.

Die Wiederherstellung der Befestigungen von Aigues-Mortes, von Carcassonne und des Schlosses zu Pierrefonds als die drei gröfsten Restaurationen mittelalterlicher Profanbauten haben vor allem Anlafs gegeben zu Klagen über das Zuviel. Das Schlofs zu Pierrefonds kann aber gar nicht im eigentlichen Sinne als Wiederherstellung gelten. Es verdankt einer neronischen Laune Napoleons III. sein Dasein, der Hof zu Compiègne wollte in der Nachbarschaft einen der alten Dynastensitze als Hintergrund und Schauplatz für historische Maskeraden wieder erstehen sehen: so verfiel man auf Pierrefonds. Die kunstgeschichtliche Bedeutung des ganzen Werkes, an dem Viollet-le-Ducs Phantasie am freiesten sich ergehen konnte, bei dem er auch am wenigsten durch Kargheit der Mittel gehemmt war, besteht darin, dafs es die einheitlichste Leistung der romantischen Architektenschule auf dem Gebiete des Profanbaues war und dafs das von Viollet-le-Duc gepredigte Ideal des von einem einzigen Künstler geschaffenen Gesamtkunstwerkes hier seine glänzendste Verkörperung fand: alle ornamentalen Details, der Sculpturenschmuck, die Holzverkleidungen, die Malereien in den grofsen Sälen sind von dem Meister selbst entworfen. Und Viollet-le-Duc wollte hier gar nicht als Sklave der Vergangenheit nur eine Blüthenlese aus seinen Skizzenbüchern geben: dazu war er selbst viel zu sehr Künstler und so lautete vor allem hier seine Aufgabe nicht. Heute wirkt freilich das verödete Pierrefonds kalt und trocken, aber es ist trotzdem bis auf Steinbrechts Wiederherstellung der Marienburg die beste Reconstruction einer mittelalterlichen Burganlage geblieben.

Aigues-Mortes und Carcassonne haben sicherlich durch die Restauration nichts an ihrem malerischen Charakter eingebüfst. Die einfache klare Umrifslinie der Stadtmauern von Aigues-Mortes, der Schöpfung Philipps des Kühnen, — an denen übrigens verhältnifsmäfsig am wenigsten geschehen ist — wirkt nach Ausgleichung der wenigen Lücken nur um so mächtiger in ihrer düsteren Eintönigkeit. Die Silhouette von Carcassonne hat aber entschieden nur gewonnen durch die Wiederherstellung des Zinnenkranzes und das Aufsetzen der Thurmdächer. Um als Trümmerstadt zu wirken, etwa wie Les Baux, dazu war die Längenausdehnung der Cité zu grofs. Und dann vor allem der eminente culturgeschichtliche Werth einer solchen vollständigen Wiederherstellung einer ganzen mittelalterlichen Fortification. Um alle die zum Theil zerstörten Befestigungseinrichtungen sich in der Phantasie zu reconstruiren, dazu gehört ein gut Theil historischer und kunstgeschichtlicher Kenntnisse: und auf die grofse Menge der Besucher können daher solche Trümmer gar nicht so belehrend wirken. Ganz anders, wenn, wie jetzt in Carcassonne, dieser ganze Apparat gewissermafsen noch zu functioniren scheint. Ich kenne keinen Ort, wo die Gröfse und Wucht mittelalterlicher Befestigungsanlagen so mit einem Schlage dem Besucher aufgeht. Der historische Lehrwerth ist jedenfalls durch eine solche Wiederherstellung aufserordentlich gestiegen: damit ist doch auch schon eine Aufgabe der Denkmalpflege erfüllt. Und dabei war doch in Carcassonne kaum etwas wirklich neu zu schaffen, wie etwa bei der geplanten Wiederherstellung der Saalburg bei Homburg, deren Werth auch in vorderster Linie in der Schaffung eines solchen Lehrmittels für historischen Anschauungsunterricht liegt.

Eines der wunderbarsten und imposantesten profanen Denkmäler Frankreichs harrt noch der sichernden und ergänzenden Hand der Denkmalpflege, *la plus belle et la plus forte maison du monde* nach Froissards Ausspruch, — der finstere Riesenbau des Schlosses der Päpste zu Avignon, eine geschichtliche Urkunde von ganz einzigem Werth und in Verbindung mit der Stadtbefestigung das bewunderungswürdigste Werk der französischen Fortificationsarchitektur. Freilich von vier Päpsten aufgeführt während der zweiten babylonischen Gefangenschaft, wie die Italiener sagen — aber diese vier Päpste waren allesamt Franzosen ebenso wie ihre Baumeister: Guillaume de Cucurron unter Johann XXII., Pierre Poisson unter Benedict XII., Pierre Obreri unter Clemens VI., Jean de Loupières, Raymond Guitbaud, Nogayroly unter Urban V. Erst das 19. Jahrhundert hat für das Schlofs die Verwüstung und Vernachlässigung gebracht. Frankreich, das im Jahre 1791 der Erbe der Päpste geworden war, hat die einstige Residenz 1812 zur Caserne gemacht: die riesigen gewölbten Säle in dem Südflügel und dem Ostflügel sind von eingelegten Böden durchschnitten, die ganze grofsräumige Wirkung des Inneren ist zerstört. In dem Palais Benedicts XII. im Norden war ein Frauengefängnifs eingerichtet, die Gewölbe waren hierfür völlig herausgeschlagen worden. Von der Höhe der tour Trouillas schweift das Auge heute trauernd über die zerbröckelnden Zinnen der kolossalen Anlage hin, die mit ihren Gebäuden allein ohne die Höfe und Gänge 15165 qm bedeckt.

Durch Viollet-le-Ducs meisterhafte Aufnahmen ist dieses Wunderwerk der Befestigungskunst schon längst in die Litteratur übergegangen und nimmt in der Geschichte der Architektur den gebührenden Platz ein.[140]) Aber der Bau selbst

140) In den *Archives de la commission des monuments historiques*, Bd. III, und im *Dictionnaire*. Vgl. auch A. Penjon, *Avignon, la ville et le palais des papes*, Avignon 1890.

bedarf der sorgfältigen Sicherung, soll das Innere nicht noch mehr degradirt werden, sollen die Mauerkränze nicht noch mehr verfallen. Auch hier hat man sich die Frage gestellt: was dann anfangen mit den riesigen Räumlichkeiten? Aber die grofsen Säle und Capellen verlangen gar nicht nach Ausstattung und praktischer Benutzung, sie wirken viel grofsartiger nur mit ihren einfachen Linien, wie Capitelsaal und Conventsremter in der Marienburg und wie die grofsen Säle der Albrechtsburg. Und für die übrigen Räume ist die Bestimmung eigentlich gegeben: Bibliothek und Museum. Man hat schon einen Anfang gemacht, der Flügel von dem Palais Benedicts XII. zwischen der tour de la Campane und der tour Trouillas ist vor 4 Jahren durch M. Révoil wiederhergestellt worden. Die *archives départementales* sind dort untergebracht. Wir haben so viel von den Franzosen gelernt: hier kann die Wiederherstellung des Marienburger Schlosses umgekehrt den Franzosen ein Vorbild geben. Vielleicht kommt schon bald die Zeit, wo der *beù souleù de la Prouvenço* wieder über dem verjüngten Schlosse aufgeht, wie in dem goldenen Zeitalter Avignons, von dem Montag der heiligen Woche an, da Laura de Sade zum ersten Male Petrarca hier begegnete, bis zu dem Tage, da Urban V. den letzten der festen Thürme des Schlosses, den Thurm der Engel weihte, wo die gigantischen Umrifslinien sich wieder scharf und ungebrochen von dem stahlblauen Himmel abheben und der Ringelreigenreim, den die Kinder an der Rhône singen, zur Wirklichkeit wird:

Sur le pont d'Avignon,
Tout le monde y passe....

Die Stadtmauern von Avignon, les remparts, mit ihren 39 Thürmen, die schönste Stadtbefestigung des 14. Jahrhunderts in Frankreich, sind von Anfang an unter die *monuments historiques* aufgenommen worden: an der Rhôneseite sind die Mauern und Thore noch unter Viollet-le-Duc zum gröfsten Theil wiederhergestellt, nach Osten zu stehen sie noch in der Gestalt da, wie sie zuletzt 1791 den Ansturm der Nationalgarde von Montpellier gesehen haben. Der Vergleich der restaurirten und der nicht restaurirten Strecken zeigt auch hier wieder, dafs nichts von dem Charme und dem malerisch-romantischen Reiz durch die verständnifsvolle Wiederherstellung verloren geht. Und dabei bietet doch die Wiederherstellung der alten Abdeckung allein eine dauernde Gewähr gegen das Fortschreiten der Zerstörung. Die Befestigungen von Avignon haben auch heute noch für die Stadt einen sehr realen Werth: sie bilden eine ausgezeichnete Grenze für den städtischen Octroi und dann bieten sie die beste Schutzwehr gegen den einzigen Feind, der heute noch die Stadt bedroht, gegen die Ueberschwemmungen der Rhône. Nur in jüngster Zeit ist diese einzige Befestigung noch einmal schwer geschädigt worden. Der *conseil municipal* von Avignon hat wider den stricten Wortlaut des Gesetzes, in ausgesprochener Nichtachtung der Regierung, des Ministers, eines der Thore, die porte Limbert, zerstören lassen. Nur infolge seiner politischen Stellung ist der hochgeborene *maire,* M. Pourquery de Boisserin, einer Sühne dieses Verbrechens entgangen, obwohl seine Proclamation der Zerstörung einen völligen Aufruhr gegen das Gesetz bedeutete. Die Wälle von Avignon werden aber die Erinnerung an diesen schmachvollen Handel bewahren.

Der Baubetrieb bei den gröfseren Restaurationen ist höchst einfach und instructiv. Nirgendwo Ueberstürzung: die Arbeiten schreiten mit grofser Ruhe, fast Gemächlichkeit vorwärts, die meisten Wiederherstellungen der grofsen Kathedralen währen mehr als doppelt so lange als in Deutschland. Die Mittel fliefsen durchaus nicht auf einmal besonders reichlich, wodurch dann ein rasches Verbauen einer bestimmten Summe in einer Etatsperiode nöthig geworden wäre, — nur für die Krönungskirche der französischen Könige, die Kathedrale zu Reims, ist einmal ein Millionencredit bewilligt worden: aber diese Bewilligung war von echt französischer Ruhmesliebe dictirt. Die grofsen Erfolge sind eben vor allem erreicht durch das zielbewufste Concentriren der Mittel auf einzelne bedeutende nationale Denkmäler: die Fonds der Denkmalpflege sind nie als allgemeine Unterstützungsfonds angesehen worden, die als Liebesgaben gleichmäfsig in die Départements zu vertheilen wären. Für die gröfseren Wiederherstellungsarbeiten kehren regelmäfsig im Budget runde Summen als ausgeworfene Credite wieder: so stehen in den letzten *comptes rendus des dépenses* regelmäfsig für die Kathedrale zu Laon und den Mont Saint-Michel, augenblicklich die beiden wichtigsten Denkmäler, an denen die *commission des monuments historiques* arbeitet, je 100000 Fr. Am Mont Saint-Michel hat — nach der ersten unglücklichen Restaurationsperiode von 1838 bis 1860 — und nachdem von 1865 bis 1870 der Bischof von Coutances aus seinen eigenen Einkünften und mit einem jährlichen Zuschufs von 20000 Fr. aus der Schatulle Napoleons III. an dem heiligen Berge herumgeflickt hatte, im Jahre 1873 zielbewufst und ruhig die gründliche Sicherung des ganzen Bauwerkes begonnen, erst unter Corroyer, der zugleich der Geschichtsschreiber der Abtei geworden ist,[141]) dann seit 1888 unter Petitgrand. Die ganze Wiederherstellungsarbeit, die noch längst nicht abgeschlossen ist, wird gegen vier Millionen Fr. kosten. An der Kathedrale zu Laon währen die Arbeiten seit 1853; seit diesem Jahre sind sie unter der Leitung des älteren Émile Boeswillwald ohne Unterbrechung, fast im gleichen Tempo, weitergeführt worden.[142]) Am lehrreichsten ist vielleicht die ganze Arbeitsführung bei den Befestigungen von Carcassonne. Hier haben die Arbeiten schon im Jahre 1852 unter Viollet-le-Ducs Leitung begonnen; nach seinem Tode hat im Jahre 1880 Paul Boeswillwald die Leitung übernommen; als localer

141) Édouard Corroyer, *Description de l'abbaye du Mont Saint-Michel et de ses abords,* Paris 1877. Dann kürzer *Guide descriptif du Mont Saint-Michel,* Paris 1886; endlich in Verbindung mit Germain und Brin, *Saint Michel et le mont Saint-Michel dans l'histoire et la littérature,* Paris 1880. Interessant ist das erste Plaidoyer für den Berg: Gustave Doisnard, *Notice historique et archéologique sur le Mont Saint-Michel et considérations sur la necessité de restaurer l'église de cette antique abbaye,* Saint-Lo 1848. Der erste Rapport von Corroyer ist gedruckt in den Rapports der *Expositions internationales,* Londres 1874. *France, Commission supérieure,* p. 117. Ueber die Verdrängung Corroyers von seinem Posten, bei der auch wieder einmal die Politik mitgewirkt hat, vgl. *Ami des monuments* II, p. 314. In der angekündigten neuen Publication von de Baudot und Perrault-Dabot wird auch eine grofse Veröffentlichung des Mont Saint-Michel vorbereitet.

142) Ausführlichen Bericht über den Zustand des Bauwerkes und die Wiederherstellungsarbeiten giebt Boeswillwald in den *Archives de la commission des monuments historiques.* Daraus bei E. du Sommerard, *Les monuments historiques de France à l'exposition universelle de Vienne,* p. 109, vermehrt um die Berichte von Biet und Mérimée. Die Vorgeschichte am besten bei Auguste Bouxin, *La cathedrale Notre-Dame de Laon,* Laon 1890. Vgl. auch Mérimée, *Restauration de la cathédrale de Laon: Revue archéologique* V, p. 13.

Inspecteur des travaux fungirt M. Malecamps. Seit dem Jahre 1852 bis 1862 sind hier ausgeworfen und verbaut aus Mitteln des Staates (den Fonds der *commission des monuments historiques*) 213 206 Fr., dazu als kleine Zuschüsse der Stadt 2146 Fr., des Départements 7011 Fr. Von 1864 bis 1867 treten neben den Fonds der Commission noch Bewilligungen des Kriegsministeriums hinzu, das für die noch militärischen Zwecken dienende äufsere Befestigung zusammen 40 000 Fr. aufwendet. Aus den Fonds der Commission werden aufserdem verbaut 120 000 Fr., dazu wieder die Zuschüsse der Stadt in der Höhe von 19 500 Fr., des Départements in der Höhe von 24 140 Fr. Dann tritt ein Nachlassen des Eifers ein: 1868 wendet nur das Kriegsministerium 5000 Fr., das Département 1400 Fr. auf, 1869 ruhen die Arbeiten, in den Jahren 1870 und 1871 gewährt nur das Département einen Zuschufs von 3000 Fr. Seit 1872 wird dann regelmäfsig weitergearbeitet. Die Ausgaben betragen

1872—1875:	142 000 Fr.
1876—1883:	301 500 „
1884—1889:	160 280 „
1890—1894:	177 790 „
1895—1897:	120 000 „

Die Gesamtaufwendungen haben bis jetzt rund 1 350 000 Fr. betragen. Das ist gar nicht so viel, wenn man die Ausdehnung der Befestigungen und den Gesamterfolg der Arbeiten bedenkt. Dazu kommen dann freilich noch die Kosten für die in der Cité gelegene Kathedrale mit rund 500 000 Fr. Die Commission hat anfänglich zuerst jährlich 15 000 Fr. bewilligt, dann je 40 000 Fr., wieder 20 000 Fr. und endlich seit einer Reihe von Jahren je 30 000 Fr. Dazu kommen noch regelmäfsige Zuschüsse der Stadt und des Départements in der Höhe von je 5000 Fr. Seit dem Jahre 1852 bewilligt das Département aufserdem noch jährlich 1500 Fr. für den Ankauf der Häuser, die sich zwischen die Befestigungen eingenistet haben. Die Häuschen kosten 600 bis 800 Fr.; man wendet nicht die Handhabe der Enteignung an, die das Gesetz gewährt, sondern wartet ruhig ab, bis sich eine günstige Kaufgelegenheit bietet. Auf diese Weise hat man allmählich die Wälle gesäubert und eine ganze Vorstadt von kleinen Häuschen beseitigt. In sechs Jahren gedenkt man mit der ganzen Arbeit zu Ende zu sein. Die Wiederherstellung hat dann gerade ein halbes Jahrhundert gewährt.[143])

Unter den einzelnen Restaurationen haben wohl die lebhaftesten und auch die abweichendsten Kritiken erfahren die Versuche von Sicherungs- und Wiederherstellungsarbeiten römischer Bauwerke. Hier bietet ja eine Ergängung und Ersetzung schadhafter Theile von vornherein eine ganz besondere Schwierigkeit, weil die alten Partieen zumeist im Profil unscharf, im Ornament verwaschen, in der ganzen Epidermis mehr oder weniger verwittert und im Ton nachgedunkelt und geschwärzt sind. Der Versuch, einzelne neue Quadern, deren Einfügung hier nöthig war, nun künstlich so zu behandeln, bis sie die gleichen Anzeichen des Alters aufweisen, vor allem die rauhe Oberfläche herzustellen und alle Zufälligkeiten des alten Materials hier zu wiederholen, führte nur zu schlimmen Fälscherkünsten: er ist, wo er gemacht ist, mifsglückt. Dafür ist man nun, zumal in Südfrankreich, dazu übergegangen, den eingesetzten neuen Quadern und Gesimsen auf das sorgfältigste den Schnitt und das Profil der alten Theile zu geben, diese neuen Hausteine aber ganz scharf, mit ganz harten Kanten stehen zu lassen und alle feineren Schmuckformen wegzulassen. Dies Verfahren ist ja schon seit langer Zeit bei den nothwendigen Restaurationsarbeiten an antiken Denkmälern in Griechenland und Italien angewandt worden, am Erechtheion auf der Akropolis, in Italien am Titusbogen zu Rom, am Trajansbogen zu Benevent. Ueberall, wo ein so eingesetztes Stück neben und zwischen fein detaillirte alte Arbeit tritt, fällt das nicht wenig störend ins Auge: man vergleiche nur die erste beste Photographie der Karyatidenhalle am Erechtheion, bei der das eingesetzte neue Stück des Gebälkes sofort als hart und grob in die Augen springt. Und welches sind die Gründe für ein solches Verfahren? Man will den wissenschaftlich archäologischen Werth des Bauwerkes nicht beeinträchtigen, nicht zu Irrthümern und falschen Schlüssen Anlafs geben. Der archäologischen Wissenschaft gegenüber würde man dazu gewiss nicht im stande sein: für ein geschultes Auge wird der Unterschied immer zu spüren sein, ganz abgesehen davon, dafs der alte Zustand in ungezählten Aufnahmen festgelegt ist. Ein solches Verfahren steht im vollsten Gegensatz zu dem bei mittelalterlichen Bauten beobachteten. An einem romanischen Bau würde man niemals ein Stück fehlendes Gesims, das etwa an der Kehle ein Palmettenmotiv zeigte, nur mit einem Steinklotz ausflicken, der lediglich eine Deckplatte und eine Schmiege darunter zeigte, wenn auch deren Hauptlinien eine genaue Fortsetzung der Linien des alten Gesimses bildeten. Und man hat immer bei Ergänzungen gesucht, die Weichheit und die individuelle Meifselführung in der Behandlung des Ornamentes durchaus nachzubilden. Die ganze Zurückhaltung zeigt eine wunderliche Ungleichheit und Inconsequenz in den Grundsätzen der Denkmalpflege. Irgendwelche Reconstructionen und willkürliche Ergänzungen, zumal von irgendwelchem sculpturalen Schmuck zu versuchen, wird doch niemand antiken Bauwerken gegenüber den Muth haben. Umgekehrt bringt aber eine solche Restauration in blofsen grofsen Flächen geradezu Irrthümer mit sich. In Orange ist schon 1828 an dem römischen Triumphbogen auf Kosten des Départements Vaucluse die ganze Westseite auf diese Weise restaurirt worden: dabei aber sind alle Sculpturen zwischen den grofsen Säulen bis auf die Reste einer einzigen unterdrückt worden. Sehr lehrreich sind auch die verschiedenen Sicherungs- und Wiederherstellungsversuche an dem Triumphbogen in Reims. Der Sculpturenschmuck auf der Nordseite ist hier so stark verwittert, dafs er kaum mehr erkennbar ist. Daher hat man das letzte Joch nach Westen vollständig ergänzt: die viereckige Nische, das Rundmedaillon darüber und die beiden Paare von Genieen völlig wiederhergestellt. Freilich ganz dürftig und zumal im Figürlichen ungenügend. Aber selbst wenn hier eine ganz hervorragende Kraft zur Verfügung

143) Ausführlich in den *Archives de la commission des monuments historiques* die Berichte zu den Aufnahmen von Viollet-le-Duc. Abgedruckt besonders unter dem Titel ‚*La cité de Carcassonne*' und bei F. du Sommerard, *Les monuments historiques de France* p. 178, 215, dazu der besondere Rapport über die *Porte Narbonnaise*; besonders gedruckt ist (Paris 1853) der *Rapport adressé à S. E. M. le ministre d'état sur les restes de l'ancienne cité de Carcassonne.*

gestanden hätte, würde eine so vollständige Ergänzung verfehlt gewesen sein. Allerdings wird dies ergänzte Feld nach einem weiteren Jahrhundert, wenn die übrigen Reliefs völlig zu Grunde gegangen sind, imstande sein, eine Vorstellung von dem gesamten ursprünglichen Sculpturenschmuck zu geben: aber ein solches Hülfsdocument dürfte doch nicht an dem Denkmal selbst angebracht werden. Gipsabgüsse des jetzigen Zustandes und vielleicht auch schon jetzt eine Reconstruction, die in dem städtischen Museum aufzubewahren wären, würden hier weit eher am Platze sein und später denselben Zweck erfüllen können.

Weitaus die meisten Sicherungsarbeiten an antiken Denkmälern sind natürlich in der Provence unternommen worden. Die älteren sind fast ausschliefslich von M. Questel, die jüngeren durch M. Révoil geleitet worden.[144])

Die Sicherungsarbeiten am Pont du Gard, die schon in den Jahren 1855—1858 unter der directen Leitung von M. M. Questel und Laisné durchgeführt worden sind und die insgesamt die Summe von 196 000 Fr. verschlungen haben, dürfen bereits als mustergültig bezeichnet werden, vor allem was die solide Ausführung betrifft. Diese um 40 Jahre zurückliegende Arbeit beweist auch, dafs die Befürchtung, die neu eingesetzten Quadern würden auf die Dauer die malerische Wirkung des ganzen Bauwerkes durch ihre hellen Töne stören, ungerechtfertigt ist. Das ganze Bauwerk macht schon längst wieder einen ganz einheitlichen Eindruck. An den Amphitheatern zu Arles und Nîmes, an den Theatern zu Orange und Arles ist die Arbeitsführung dagegen eine sehr langsame. Es wird eigentlich hier dauernd, mit gröfseren oder geringeren Pausen, gearbeitet. M. Révoil, der sich durch die umsichtige Leitung dieser Arbeiten grofse Verdienste erworben hat, hat sich allmählich einen ausgezeichnet geschulten Stamm von Arbeitern herangebildet, die den technischen Ansprüchen durchaus gewachsen sind, ebenso wie der Arbeiterstamm in Carcassonne der römischen, westgothischen und mittelalterlichen Technik gerecht wird. Beim Amphitheater zu Arles und beim Theater zu Orange ist man in der Wiederherstellung des Inneren aus praktischen Gründen weiter gegangen, als dies im Interesse der Erhaltung des Bauwerkes nöthig war, man hat die ganze Reihe der Sitze mit den verbindenden Treppen ergänzt: in Arles werden in der römischen Arena Stiergefechte abgehalten, und die barbarischen Instincte der heifsblütigen Bewohner der Gallia Narbonensis scheinen dabei wieder aufgewacht zu sein: aber ein unvergleichliches Bild gewährt das alte Amphitheater, bis zur obersten Reihe mit buntem, gesticulirenden Zuschauerpublicum gefüllt. Und im Theater zu Orange zieht alljährlich im Hochsommer das Théâtre français ein, um die Tragödien des Sophokles vorzuführen, und von der rasch errichteten Scene dröhnt durch den riesigen Theaterraum das gewaltige Pathos Mounet-Sullys als König Oedipus.

Nur bei kleineren und zierlicheren Bauwerken, so bei dem reizvollen sogenannten Nymphäum an der Fontaine in Nîmes, scheint die Einsetzung einzelner grofser Blöcke doch den künstlerischen Gesamteindruck des ganzen Bauwerkes bedenklich zu stören. Hier würde ein einfaches Abtönen des neuen Steinmaterials, das ja ganz unbedenklich ist, die störenden hellen Flecke rasch zurückdrängen können. Sehr beachtenswerth sind dann auch die Sicherungsarbeiten an römischen Backsteinbauten und an Bauten im petit appareil, so an den Ruinen des sogenannten Palais Gallien in Bordeaux. Hier sind die fünf oberen Steinschichten abgenommen und in festem Cementmörtel neu versetzt, die oberste in ganz neuem Material ergänzt mit thunlichst dichten sorgfältig ausgestrichenen Fugen. Von einer durchgehenden Abdeckung in Cement oder Asphalt, die wie eine grofse Omelette oder ein erstarrter Lavabrei über die ungerade Mauerkrone hinweg hängt, wie man das auch an den Ruinen des Kaiserpalastes in Trier versucht hat, hat man hier ganz abgesehen.

Wenn am Schlufs noch von den grofsen **kirchlichen Wiederherstellungsarbeiten** diejenigen bezeichnet werden sollen, die die lehrreichsten sind und die am meisten wegen der schlechten und guten Erfahrungen, die man bei ihnen gemacht, studirt werden wollen, so sind dies die Restaurationen der Kathedralen zu Reims, Laon, Chartres und des Mont-Saint-Michel. Nach ihren Erfolgen stehen sie durchaus nicht auf der gleichen Stufe. Weitaus die glänzendste Restauration, was die Ueberwindung technischer Schwierigkeiten und die Wiedererweckung des ursprünglichen künstlerischen Charakters betrifft, ist hier die Wiederherstellung der Kathedrale zu Laon. Die grofsen Ausweichungen an der Façade und am Querschiffe sind auf eine endlose Schwierigkeiten bietende höchst geniale Weise beseitigt: durch Unterfangen und sorgfältiges Auswechseln des Materials von unten an. Noch heute sind die Arbeiten im südlichen Querschiff mit dem riesigen hölzernen Sperrgerüst, durch das die Arcaden in zwei Stockwerken abgestützt sind, auf das äufserste belehrend. Wohl nie wieder sind so kolossale Massen wie hier durch eine provisorische Construction einfach abgefangen worden. Die ganze Leistung ist eine durchaus bewunderungswerthe. Boeswillwald hatte hier aufserdem das Glück, in Geoffroy Dechaume einen Bildhauer zu finden, der den plastischen Theil der Aufgabe mit der gleichen Meisterschaft behandelte, wie er den architektonischen. Eine solche glückliche Verbindung eines Restaurators allerersten Ranges mit einem gleich gewandten Bildhauer ist nur noch bei der Kathedrale zu Metz eingetreten, wo Tornow in Dujardin seinen besten Helfer gefunden hat. Die Untersuchungen und Berichte, die der Leiter der Arbeiten, Émile Boeswillwald, über Laon publicirt, sind gleichfalls verbildlich. Die Befundberichte und Gutachten der Generalinspectoren und der Architekten der Commission stellen eine Art von vollständigem Lehrbuch der praktischen Denkmalpflege dar: es ist nur zu bedauern, dafs die Commission nicht mehr von diesen instructiven Berichten der Oeffentlichkeit zugänglich gemacht hat. Nur in Bezug auf die gelehrte Zusammenstellung des Materials für die Vorarbeiten und Voruntersuchungen dürften die verwandten Berichte über deutsche Denkmäler überlegen sein: wenigstens wüfste ich in Frankreich keine Arbeiten, die sich an Gründlichkeit mit den glänzenden Voruntersuchungen Steinbrechts für die Wieder-

144) Vgl. die interessanten Berichte über die Arbeiten an dem Amphitheater und Theater zu Arles von M. Questel bei E. du Sommerard, *Les monuments historiques de France* p. 33, über die Arbeiten an dem *Pont du Gard* von MM. Questel und Laisné ebenda p. 46 und über den *Pont Flavien* von M. Révoil in den Rapports der internationalen Ausstellung in London v. J. 1874 p. 65. Dazu die Veröffentlichungen in den *Archives de la commission des monuments historiques*.

herstellung der Marienburg,[145]) Friedrich Schneiders für die Wiederherstellung des kurfürstlichen Schlosses zu Mainz[146]) messen könnten.

Der Lehrwerth der Wiederherstellungsarbeiten an den Kathedralen zu Reims und Chartres und am Mont-Saint-Michel besteht vor allem auch darin, dafs hier frühere ungenügende Restaurationen neben neueren mustergültigen stehen und dafs wieder ein hinreichend langer Zeitraum seit jenen ersten Versuchen verflossen ist, um wirklich ein Urtheil über sie und ihre Dauerhaftigkeit zu gestatten. In der Abteikirche auf dem Mont-Saint-Michel sind in der ersten Restaurationsperiode von 1838—1860 die Schäden, die der grofse Brand des Jahres 1834 hervorgebracht hatte, mehr vertuscht als geheilt worden: die Hausteintheile, insbesondere die Capitelle, die durch das Feuer sehr gelitten hatten, sind in Stuck und Masse ergänzt worden, dabei in den Ornamenten noch dazu viel zu hart und ohne Verständnifs. Diese Flickarbeiten ebenso wie die verputzten Mauerflächen mit den hohen gebügelten Fugen haben für ganz kurze Zeit die Täuschung aufrecht erhalten können, die ergänzten halben Capitäle haben sich in dieser Zeit aber schon abzulösen begonnen. Eine solche Verkleisterung ist geradezu schädlich gewesen, weil sie den wirklich bedenklichen Zustand des Mauerwerkes verdeckt hat. Heute wird unter Petitgrands umsichtiger Leitung dieser ganze Ueberzug wieder entfernt und alle fehlenden Theile in echtem Material ergänzt. Eine ganz mustergültige Leistung ist dann hier die Wiederherstellung der bei dem Brand schwer beschädigten Vierung und die Aufführung des neuen Vierungsthurmes. Hier ist vor allem die sorgfältige Entwässerung des Vierungsgewölbes und die Construction der breiten in kleinen Absätzen angelegten Wasserschläge unter den Fenstern vorbildlich. Zu beachten sind dann auch wieder die vier kolossalen Verstrebungen, die die grofse Westterrasse nach Süden abstützen.

Die lange Frist, die seit der Aufstellung des ersten generellen Restaurationsprojectes bis heute verflossen ist, ist für den Berg nur günstig gewesen: heute denkt niemand mehr daran, die 1780 aufgeführte klassicistische Façade an der Kirche zu beseitigen und die damals abgebrochenen vier Joche vom Langhaus wieder aufzuführen. Auch die weitgehenden von Corroyer beabsichtigten Wiederherstellungen der Befestigungen sind heute aufgegeben.[147]) Dafür aber wäre es erwünscht, dafs besondere baupolizeiliche Vorschriften für die Bebauung des Berges erlassen würden, um weitere Schädigungen des Gesamtbildes durch Hotelterrassen unmöglich zu machen, nachdem durch den verhängnifsvollen Damm dem Berg einmal schon ein Theil seines malerischen Reizes genommen worden ist.

Auch in Reims stehen so mifslungene ältere Restaurationen und vortreffliche neuere einander gegenüber. Die grofse Lehre der Wiederherstellung der Kathedrale ist vor allem die, dafs mit kleinen Ergänzungen und Einsetzen von Vierungen auf die Dauer wenig zu erreichen ist. Am Chor sind an den Riesen der Fialen z. B. die abgebrochenen Krabben vor 30 Jahren noch unter Viollet-le-Ducs Leitung in Vierungen ergänzt, die sachgemäfs mit Schwalbenschwänzen eingesetzt und mit Dübeln befestigt sind. Heute sind diese angesetzten Theile schon wieder völlig lose, und die Operation hat die Festigkeit der ganzen Fiale so sehr erschüttert, dafs man jetzt dazu übergehen mufs, die gesamten Riesen zu erneuern und dann natürlich die Krabben mit den übrigen Gliedern zusammen aus grofsen Stücken zu construiren. Reims bietet in den Westthürmen aufserdem die besten Erfolge der Ersetzung einer ungenügenden älteren Construction durch eine gröfsere Garantieen bietende neuere; das ist vor allem in Bezug auf die Entwässerung und auf den Steinschnitt durchgeführt, sowie auf das Zugänglichmachen aller Theile für eine ständige Beaufsichtigung. Der vor allem von Viollet-le-Duc mit solcher Lebhaftigkeit vertretene Grundsatz, dafs die neuere Construction immer eine bessere und rationellere sein und gröfsere Dauer versprechen müsse als die alte,[148]) hat freilich auch sehr verhängnifsvolle Folgen gehabt. Unter diesem Titel ist noch unter Viollet-le-Duc die ganze Eindeckung der Apsiden in St. Sernin zu Toulouse verändert worden; unter diesem Titel sind in Évreux die alten Strebebogen verändert worden.[149]) Eine so radicale und unverständliche Umgestaltung freilich, wie sie die Südseite des Strafsburger Münsters unter Franz Schmitz erfahren hat, wäre doch in Frankreich unmöglich gewesen.

In Reims ist bei jedem einzelnen Glied ein genaues Studium des Zustandes und die Frage nach dem Befinden von Substanz und Epidermis vor der Restauration erforderlich, ehe ein Urtheil über die letztere Arbeit gestattet ist. Dafs natürlich bei einer schon fast ein Jahrhundert währenden Restauration eine grofse Zahl von Fehlern begangen worden ist, ist kaum zu verwundern; bei den letzten Wiederherstellungsarbeiten ist in der Behandlung des Ornaments, besonders des Laubwerkes, oft eine wunderliche Gefühllosigkeit zu verzeichnen, wie leider auch mitunter in Sens, aber im Princip liefs sich die Wiederherstellung der Westseite gar nicht anders durchführen, wollte man überhaupt ein weiteres Verschwinden und Verwischen der Formen verhindern, als sie jetzt unter Darcys Leitung durchgeführt wird.

Eine absolute Schonung des kunstgeschichtlichen Bestandes wird von der französischen Denkmalpflege nur einer Gattung von Denkmälern gegenüber beobachtet: gegenüber den Wandmalereien. Mit Ausnahme der einen freilich total mifslungenen Behandlung der Wandmalereien in der Kathe-

145) Vgl. Centralbl. der Bauverwaltung 1882, S. 9; 1885, S. 377; 1896, S. 397, 405, 411 und vor allem Die Baukunst des deutschen Ritterordens, Berlin 1885 u. 1888.

146) Friedrich Schneider, Denkschrift zur Herstellung des ehemaligen Kurfürstlichen Schlosses zu Mainz, Mainz 1897, dazu ein Beilagenheft Ansichten und Pläne, vorbildlich vor allem durch die überraschende Wirkung der Vergröfserung von alten Holzschnitten.

147) Die großen Restaurationsprojecte von Corroyer sind abgebildet in seiner *Description de l'abbaye du Mont-Saint-Michel*, die Tafeln 2 und 3 stellen den bis 1895 bestehenden Zustand und die Reconstruction gegenüber. Die lange Dachlinie der um vier Joche verlängerten Abteikirche wirkt im Gesamtbild nicht einmal günstig. Die Reconstruction der Befestigungen hat Corroyer noch besonders mit reichen Illustrationen unter dem Titel *Notes sur les défenses extérieures du Mont-Saint-Michel* im *Ami des monuments* 1893, p. 1, 69, 254, 321 gegeben, vgl. auch seinen Aufsatz *L'architecture militaire du Mont-Saint-Michel*, Paris 1881.

148) ‚*Dans les restaurations, il est une condition dominante qu'il faut toujours avoir présente à l'esprit: c'est de ne substituer à toute partie enlevée que des matériaux meilleurs et des moyens plus énergiques ou plus parfaits. Il faut que l'édifice restauré ait passé pour l'avenir, par suite de l'opération à laquelle on l'a soumis, un bail plus long que celui déjà écoulé.*' Viollet-le-Duc bei E. du Sommerard, *Les monuments historiques* p. 27.

149) Robert de Lasteyrie im *Ami des monuments* III, p. 36.

drale zu Albi,[150]) durch die diese für die Beziehungen zu Italien so eminent wichtigen Kunstwerke dauernd geschädigt sind, ist kaum ein grober Mifsgriff zu verzeichnen. Der Cultus nimmt durchaus keinen Anstofs daran, die alten Malereien gänzlich unangetastet zu lassen: in St. Savin steht so noch die ganze Kirche mit der wunderbaren Ausmalung als ein ganz einziges Studienobject intact da, genau wie sie aufgefunden wurde. Heute geht das Streben der *commission des monuments historiques* dahin, die alten Malereien thunlichst unangetastet zu lassen und sie höchstens zu fixiren.[151]) Und zum Glück ist jetzt auch die unselige Periode des *grattage* für die Sculpturen vorüber, und man läfst auch Statuen und Reliefs thunlichst unberührt.

150) Vgl. *Bulletin monumental* 1883, p. 112; 1893, p. 538. — *Ami des monuments* 1893, p. 173. Ausführlich über die verschiedenen älteren Restaurationen und die ganze Streitfrage: Hippolyte Crozes. *Monographie de la cathédrale de Sainte-Cécile d'Albi*, Paris 1873, p. 171—253.

151) Hernn-Déon, *Conservation des peintures françaises dans les monuments publics: Ami des monuments* III, p. 262. Das Fixiren hat freilich nicht immer den besten Erfolg gehabt: bei dem Fixiren der Fresken in Auxerre mit Fischleim hat sich der Grundton leider verändert. In Bezug auf das Verfahren beim Herausnehmen und Fixiren alter Wandmalereien darf hier auf die Gutachten im Centralblatt der Bauverwaltung IX, S. 9, 40 verwiesen werden.

* * *

Die grofsen Vorzüge, die diese Leistungen und Arbeiten aufweisen, sind zugleich Vorzüge des Systems, Vorzüge der ausgezeichneten Organisation und Ergebnisse der langjährigen Tradition. Zwei Punkte vor allem aus dem ganzen System haben dazu beigetragen, diese vortrefflichen Leistungen hervorzurufen: die regelmäfsige jährliche Bewilligung reichlicher Mittel, über die die betreffenden Verwaltungen sofort verfügen können, und die Heranbildung eines erlesenen Stabes von Specialisten, in deren Hände die Arbeiten unbedenklich gelegt werden können und in deren Hände die Arbeiten allein gelegt werden dürfen. In diesen beiden Punkten würden auch vor allem die Forderungen und Wünsche auslaufen, die als Lehren der französischen Erfahrungen in Preufsen etwa aufzustellen wären. Dafs die ausgeführten Arbeiten der französischen Denkmalpflege sich auch dem Ausland gegenüber so stark zur Geltung bringen, ist wieder eine Folge der Concentration der Mittel auf eine nicht zu grofse Zahl von Denkmälern, mit denen zugleich die französische Geschichte gewachsen ist, die beredtesten Urkunden des *génie français*, in denen auch die Republik dauernde Quellen des nationalen Stolzes sieht. Und dafs diese ganzen Bestrebungen hier von dem lebhaften Interesse der Oeffentlichkeit getragen werden, erscheint auch nur wieder als Ausflufs jenes nationalen Stolzes, an den die Denkmalpflege appellirt und fortgesetzt appelliren mufs.

Die Regulirung des Rheins zwischen Bingen und St. Goar.

Vom Wasserbauinspector Unger in Bingerbrück.

(Mit Abbildungen auf Blatt 61 und 62 im Atlas.)

Während der Rhein beim Durchströmen der oberrheinischen Tiefebene mehr und mehr das Wesen eines Flachlandflusses annimmt und im letzten Abschnitte dieses seines Laufes, von Mannheim bis Bingen, nur noch ganz schwache Gefälle aufweist, stellt er sich unterhalb Bingens wieder durchaus als Gebirgsstrom dar. Im Laufe der Zeiten haben hier seine Wasserfluthen in niemals rastender Arbeit das Rheinische Schiefergebirge durchbrochen und ein enges Thal tief in dasselbe eingeschnitten. Besonders in der Stromstrecke unmittelbar unterhalb Bingens bis nach St. Goar hin fällt der gebirgige Charakter dieses Flufsthals ins Auge, vielfach tritt an den steilen Thalwänden das nackte Gestein zu Tage, das Flufsbett selbst wird grofsentheils von felsigem Untergrunde gebildet, und emporstrebende Felsbänke überragen hier und da den Wasserspiegel. In den bautechnischen und schiffahrttreibenden Kreisen am Rhein nennt man daher diesen Stromabschnitt kurzweg die Felsenstrecke. Die Schiffahrt hat hier von jeher mit besonders grofsen Schwierigkeiten zu kämpfen gehabt. Infolge der Felsenriffe im Fahrwasser war dessen nutzbare Tiefe so gering, wie an keiner anderen Stelle auf dem weiten Wege von Germersheim bis zur See; auch wurde der Schiffahrtsbetrieb durch scharfe Krümmungen und Einengungen in hohem Grade gefährdet. Zur Erschwerung und Gefährdung des Verkehrs trugen ferner die sehr starken Gefälle bei, die in dieser Stromstrecke vorkommen. Sie sind in dem in Text-Abb. 1 dargestellten Längenschnitt ersichtlich gemacht. Von den beiden daselbst aufgetragenen Gefälllinien ist die eine im Jahre 1884 längs des linken Stromufers bei einem Wasserstande von 79 cm am Pegel in Bingen aufgenommen, die andere im Jahre 1887 längs des rechten Ufers bei einem Wasserstande von 120 cm, das ist bei gemitteltem Niedrigwasser. Die angegebenen Kilometerstationen bedeuten die Entfernungen von der preufsischen Grenze bei Biebrich.

Da die Rheinschiffahrt seit alten Zeiten von hervorragender volkswirthschaftlicher Bedeutung war, hat man sich auch schon frühzeitig bemüht, die mifslichen Schiffahrtsverhältnisse in der Felsenstrecke zu verbessern; so sollen z. B. in dem Bingerloch, einer kurz unterhalb Bingens befindlichen Stromenge, schon unter Karl dem Grofsen und unter Kaiser Heinrich IV. Verbesserungsarbeiten ausgeführt worden sein. Die ersten Felsensprengungen werden in den Anfang des 17. Jahrhunderts verlegt und auf das Betreiben eines angesehenen Frankfurter Handelshauses zurückgeführt. Die preufsische Regierung hat in den Jahren 1830 bis 1832 zum ersten Mal Sprengarbeiten im Bingerloch ausführen lassen, und vom Jahre 1841 an sind diese Arbeiten auf die ganze Felsenstrecke ausgedehnt worden. Daneben haben seit dem Jahre 1854 umfangreiche Verbauungen des Flufsbettes mit Buhnen und Parallelwerken stattgefunden. Durch diese Mafsnahmen wurde eine ganz wesentliche Verbesserung der Schiffahrtsverhältnisse herbeigeführt und das Fahrwasser auf eine

Tiefe von 140 cm unter dem gemittelten Niedrigwasserstand, d. i. 120 cm am Pegel in Bingen, gebracht. Da aber der Verkehr von Jahr zu Jahr zunahm, und da man, um billigere Frachtsätze zu erzielen, die Abmessungen der Schiffsgefäfse immer mehr vergröfserte, genügte das Fahrwasser doch keineswegs den Anforderungen der neuen Zeit. Es wurde daher eine weitere durchgreifende Regulirung der ganzen Felsenstrecke in Aussicht genommen, bei welcher es sich hauptsächlich um die Ausführung von Felsensprengungen handelte. Das Programm für diese Regulirung war bereits in der im Ministerium der öffentlichen Arbeiten herausgegebenen Denkschrift vom Jahre 1879, auf Grund deren für die Regulirung des preufsischen Rheins 22 Millionen Mark bewilligt worden sind, enthalten. Danach sollte die Tiefe des Fahrwassers bei gemitteltem Niedrigwasser auf 200 cm gebracht, also um 60 cm gegen das seitherige Mafs vermehrt werden und die Breite dieses neuen Fahrwassers 90 m betragen.

Die zur Ausführung dieses Programms erforderlichen Messungen, Untersuchungen usw. nahmen jedoch wegen ihrer Schwierigkeit und Behinderung durch den Schiffahrtsbetrieb eine Reihe von Jahren in Anspruch, während welcher Zeit Einbauten und Felsensprengungen nur in beschränktem Umfange ausgeführt werden konnten. Erst im Jahre 1889 waren die Vorarbeiten soweit gediehen, dafs die Regulirung nach einheitlichen Entwürfen unter Aufwendung beträchtlicher Mittel durchgreifend betrieben werden konnte. Hierbei ergab sich dann auch das Bedürfnifs, dem immer lebhafter werdenden Schiffs- und Flofsverkehr dadurch Rechnung zu tragen, dafs das Fahrwasser in besonders starken Krümmungen auf 120 m erbreitert wurde. Mit dieser Arbeit ist man zur Zeit noch beschäftigt.

Die Verbesserung des Fahrwassers war besonders am oberen Ende der Felsenstrecke zwischen Bingen und Afsmannshausen (vgl. Abb. 1 Bl. 61 u. 62, Kil. 27 bis 30) dringend erforderlich, und deshalb ist hier mit der Regulirung begonnen worden. Bei seinem Eintritt in diese Stromstrecke hat der Rhein zwei Fahrwasser, eins am preufsischen, Rüdesheimer Ufer und ein anderes am hessischen, Binger Ufer gelegen. Auch befinden sich daselbst auf der Binger Seite umfangreiche Liegeplätze für die Schiffe und unterhalb der Krausau Kil. 26,6 ausreichender Platz zum Aufdrehen der Schleppzüge. Im Verein mit dem starken Wechsel des Gefälles bei dem Uebergang aus der Rheingaustrecke in die Felsenstrecke machen diese Umstände die Binger Reede zu einem der wichtigsten Haltepunkte für die Schiffahrt auf dem ganzen Rhein. Unterhalb Bingens, woselbst der vor der Nahemündung Kil. 27,5 lagernde, aus grobem Gerölle bestehende Nahegrund sich bis in die Mitte des Strombettes vorschiebt, vereinigen sich die beiden Fahrwasser in der rechtsseitigen Stromhälfte; aber schon bald darauf, an der Mäusethurminsel Kil. 28,2 findet bereits wieder eine Trennung statt, ein Fahrweg geht durch das bereits erwähnte Bingerloch, ein anderer an der Mäusethurminsel vorbei durch das in der linken Stromhälfte gelegene „zweite Fahrwasser". Von Kil. 30 abwärts ist dagegen auf gröfsere Entfernung hin nur ein Fahrwasser vorhanden. Eine in gröfserem Mafsstabe ge-

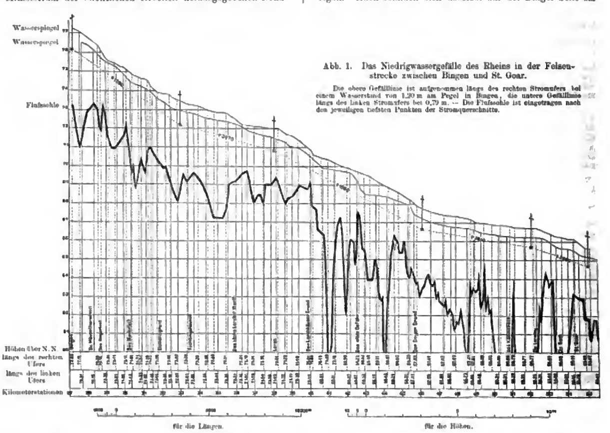


Abb. 1. Das Niedrigwassergefälle des Rheins in der Felsenstrecke zwischen Bingen und St. Goar.

Die obere Gefälllinie ist aufgenommen längs des rechten Stromufers bei einem Wasserstand von 1,20 m am Pegel in Bingen, die untere Gefälllinie längs des linken Stromufers bei 0,70 m. — Die Flufssohle ist eingetragen nach den jeweiligen tiefsten Punkten der Stromquerschnitte.

zeichnete Karte dieser höchst bedeutsamen Stromstrecke findet sich auf Bl. 11 Abb. 1 u. 2 im Jahrg. 1897 dieser Zeitschrift. Das eigentliche Bingerloch liegt in Kil. 28,6 bis 28,7, Stromquerschnitt 70. Quer durch den Strom erstreckt sich daselbst eine gewaltige Felsbank. Diese liegt so hoch, dafs bei kleineren Wasserständen die Felsmassen an vielen Stellen zu Tage treten, und auch da, wo das nicht der Fall ist, ragen sie bis zu geringer Tiefe unter dem Wasserspiegel empor und werden dem Auge durch die darüber liegende starke Brandung bemerkbar. Nur an vereinzelten Stellen befinden sich tiefere Lücken, durch die der Strom mit grofser Gewalt abstürzt. Die gröfste und tiefste dieser Lücken ist das Bingerloch; dieses ist unweit vom rechten Ufer gelegen und diente von alters her als der eigentliche Fahrweg durch diesen Stromabschnitt; nur bei hohen Wasserständen konnte man auch anderwärts fahren. Die nutzbare Tiefe war aber bei kleinen Wasserständen hier so gering und das von der Schiffahrt zu überwindende Gefälle so stark, wie an keiner anderen Stelle innerhalb der Felsenstrecke, dabei betrug die Breite des Fahrwassers nur wenig über 20 m. Man entschlofs sich daher in den Jahren 1860 bis 1868 in der linksseitigen Stromhälfte das bereits erwähnte „zweite Fahrwasser" herzustellen. Zu diesem Zwecke wurden umfangreiche Flächen des Strombettes bis zur Burg Rheinstein hin mit Buhnen verbaut und zur Begrenzung des neuen Fahrwassers bei Kil. 28,4 bis 29,8 zwei Parallelwerke hergestellt, auch wurde die Flufssohle mittels Felsensprengung vertieft. Die auf diese Bauausführungen gesetzten Hoffnungen haben sich aber nicht ganz erfüllt; die erreichte Tiefe betrug 20 cm weniger, als die im Bingerloch vorhandene, und auch die Erwartung, dafs zwischen den beiden Parallelwerken ein namhafter Ausgleich des Gefälles stattfinden würde, ist nicht gerechtfertigt worden. In der oberen Hälfte ist das Gefälle stark zusammengedrängt, in der unteren Hälfte dagegen sehr flach; das mittlere Gefälle bei einem Wasserstand von 1,50 m am Pegel in Bingen beträgt oben auf 570 m Länge 1 : 670 unten auf 460 m Länge 1 : 3680. Dies kommt hauptsächlich daher, dafs in dem unteren Theile das Flufsbett aus Kies bestand und sich vertiefen konnte, während im oberen Theile hochliegende Felsen dem Strome Widerstand leisteten.

Unter den hauptsächlichsten Punkten, die bei der neuerdings ausgeführten Regulirung in der betrachteten Stromstrecke zu berücksichtigen waren, befand sich zunächst die Forderung, dafs der Wasserspiegel oberhalb nicht gesenkt werden dürfe. Es wurde befürchtet, dafs bei Beseitigung der schädlichen Felsen am Bingerloch in der Rheingaustrecke namhafte Wasserspiegelsenkungen eintreten und die für die Schiffahrt schon jetzt kaum ausreichenden Wassertiefen dortselbst in nachtheiliger Weise vermindert werden würden. Die Rheinganbewohner haben in dieser Hinsicht stets sehr weitgehende Besorgnisse geäufsert, und so war die Rücksichtnahme auf dieselben zunächst entscheidend für die Frage, ob die planmäfsige Tiefe in den beiden vorhandenen Fahrwassern herzustellen sei, oder nur in einem derselben. Gerade in dieser Stromstrecke ist das Vorhandensein von zwei Fahrwegen sehr vortheilhaft für die Schiffahrt, weil wegen der reifsenden Strömung die Bergfahrt langsam von statten geht und infolge dessen die Strecke häufig stark mit Schleppzügen besetzt ist. Um aber die Ausdehnung der Felsensprengungen und damit ihren Einflufs auf die obere Strecke möglichst zu beschränken, begnügte man sich damit, die Tiefe von 2,00 m unter Niedrigwasser vorerst nur in einem Fahrwasser herzustellen. Es wird weiter unten noch einmal auf diese Verhältnisse zurückzugreifen sein. Bei Entscheidung der Frage, in welchem der beiden vorhandenen Schiffahrtswege die Vertiefung vorzunehmen sei, und welche Bauweise sich dabei am meisten empfehle, war in erster Linie Rücksicht zu nehmen auf die grofsen Schwierigkeiten, die der Schiffahrt aus dem vorhandenen sehr starken Gefälle und der reifsenden Strömung erwachsen. Diese Schwierigkeiten sind verschiedener Art. Abgesehen von dem häufig sehr grofsen Zeitverluste bei verlangsamter Fahrt und dem dadurch bedingten gröfseren Kohlenverbrauche tritt eine ganz namhafte Verminderung in der Leistungsfähigkeit der Dampfboote ein. Die grofsen Schleppzüge, die in St. Goar vom Niederrhein her eintreffen, müssen wegen der starken Gefälle, die in der Felsenstrecke und ganz besonders im Bingerloch zu überwinden sind, in einzelnen Theilen nach Bingen geschleppt werden, und an diesem Platze werden sodann wieder neue gröfsere Schleppzüge für die weitere Bergfahrt gebildet. Dieser Schiffahrtsbetrieb ist umständlich und theuer. Um die Leistung bei jeder einzelnen Fahrt möglichst zu erhöhen, nahmen daher vor Ausführung der Regulirung fast alle Schleppzüge und Frachtdampfer im Bingerloch Pferdevorspann, und zwar bis zu 30 Pferden auf einmal. Von grofsem Nachtheile sind auch die häufig vorkommenden Schiffsunfälle. Die Thalfahrt ist gefährlich wegen der grofsen Geschwindigkeit, mit welcher sie von statten geht. Bei der Bergfahrt dagegen treten sehr häufig Unfälle ein durch Zerreifsen der in der starken Strömung allzu sehr belasteten Schleppstränge, ferner durch Brüche an den Steuerrudern, Maschinen und dergleichen. Die Schiffe werden durch solche Zufälle vollständig hülflos, denn in der starken Strömung und der aus Felsen und Geröllo bestehenden Flufssohle hält kein Anker fest; wenn die Ankerschaufel irgendwo einhakt, so bricht sie entweder ab, oder der ganze Anker geht verloren. Die Rettung der betreffenden Schiffe ist in der Regel nur dadurch möglich, dafs sie rechtzeitig mit Tauwerk an den Mährpfählen oder Mährringen festgemacht werden, die in grofser Zahl an den Ufern angebracht sind. Gelingt das nicht, so treiben sie rückwärts und ohne Steuerfähigkeit zu Thal und kommen häufig, nachdem sie an den zahlreichen dortselbst befindlichen Felsen angerannt und leck geworden sind, zum Sinken. Es wäre ein grofser Fehler gewesen, wenn man bei Aufstellung der Bauentwürfe auf diese grofsen Mühseligkeiten und Gefahren der Schiffahrt nicht weitgehende Rücksicht genommen hätte; es mufsten alle Anordnungen, die auf Vermehrung der Strömung hinwirken konnten, nach Möglichkeit vermieden und eingehende Erwägungen angestellt werden, ob es nicht möglich sei, durch anderweitige Mafsregeln eine Verminderung der bestehenden reifsenden Strömung herbeizuführen. Von vornherein schienen im zweiten Fahrwasser insofern die Verhältnisse günstiger zu liegen, als im Bingerloch. Zwar hatte man, wie bereits mitgetheilt wurde, durch die Anlage der beiden 1020 beziehungsweise 1460 m langen Parallelwerke nicht den Ausgleich im Gefälle herbeigeführt, der erwartet worden war; aber immerhin war doch in dieser Beziehung schon gut vorgearbeitet. Auch war der Weg durch das

zweite Fahrwasser um 15 v. H. länger, als derjenige durch das Bingerloch, es konnte also schon aus diesem Grunde dort ein geringeres relatives Gefälle herbeigeführt werden als hier. Bei einem Wasserstande von 150 cm am Pegel in Bingen, das ist 30 cm über gemitteltem Niedrigwasser, wurden in beiden Fahrwassern die nachstehenden stärksten Gefälle gemessen:

auf 17 m Länge im Bingerloch 1 : 122;
„ 50 „ „ „ „ 1 : 220; im zweiten Fahrwasser 1 : 260;
„ 100 „ „ „ „ 1 : 380; „ „ „ 1 : 350;
„ 200 „ „ „ „ 1 : 480; „ „ „ 1 : 520;
„ 400 „ „ „ „ 1 : 610; „ „ „ 1 : 560.

Diese Aufnahmen haben nicht längs der Ufer, sondern mitten im Fahrwasser mit Hülfe von schwimmenden Nivellirlatten stattgefunden. Sie zeigen, dafs auf kurze Entfernungen die Gefälle im Bingerloch wesentlich stärker sind, als im zweiten Fahrwasser; ein so rascher Absturz des Wassers, wie er im Bingerloch auf 17 m Länge stattfindet, ist im zweiten Fahrwasser auch nicht annähernd vorhanden. Auf gröfsere Entfernungen dagegen ist das Verhältnifs der beiderseitigen Gefälle ein wechselndes.

Diesen anscheinenden Vorzügen des zweiten Fahrwassers stand nun aber die bekannte Thatsache gegenüber, dafs die Schleppdampfer durch das Bingerloch eine weit gröfsere Last zu ziehen vermochten. Allerdings war dieses Fahrwasser gegen 20 cm tiefer als das erstere, auch befand sich daselbst ein wohlausgebauter Leinpfad, mittels dessen man reichliche Unterstützung durch Pferde finden konnte. Thatsächlich fuhren aber die Schleppzüge auch bei höheren Wasserständen, also auch dann, wenn auf beiden Wegen genügende Tiefe vorhanden war, ausschliefslich durch das Bingerloch, und auch die ohne Vorspann fahrenden Schiffe gaben, wenn beide Fahrwasser frei waren, stets dem Bingerloch den Vorzug. Diese Erscheinung konnte nur in den vorliegenden eigenartigen Strömungsverhältnissen ihre Erklärung finden; zur Aufklärung dieser Verhältnisse haben daher ausgedehnte Messungen stattgefunden. Bei Wasserständen von 1,50 m und 2,50 m am Pegel in Bingen (letzterer Wasserstand liegt 30 cm über Mittelwasser) wurde an 2900 Punkten der betrachteten Stromstrecke die Oberflächengeschwindigkeit gemessen, und indem man die so gefundenen Werthe in die Stromkarte eintrug und mit ihrer Hülfe Linien von gleicher Geschwindigkeit bildete, wurden sehr übersichtliche Strömungsbilder erzielt. Im Jahrgange 1897 S. 75 dieser Zeitschrift hat der Verfasser die Ausführung dieser Messungen, sowie auch der anderen Vorarbeiten in der Felsenstrecke eingehend beschrieben; auch ist dort (Abb. 2 Bl. 11) eins von den erwähnten Strömungsbildern abgedruckt. Es zeigte sich, dafs bei 1,50 m am Binger Pegel die gröfste Geschwindigkeit in beiden Fahrwassern gleich ist, sie beträgt 3,00 m in der Secunde; bei 2,50 m ist sie im zweiten Fahrwasser etwas grösser, als im Bingerloch, sie beträgt dort 3,20 m, hier nur 3,00 m. Dabei sind im Bingerlochfahrwasser die Flächen mit starker Strömung im allgemeinen von geringerer Ausdehnung, als im zweiten Fahrwasser; von dem eigentlichen Bingerloch abwärts setzt sich die stärkere Strömung nur in einem schmalen Streifen fort, auf dessen beiden Seiten sich ruhigeres Wasser befindet. Die Schiffe können also hier der starken Strömung ausweichen und gewissermafsen im Schutze der oberhalb liegenden Felsen leichter zu Berg fahren. Im zweiten Fahrwasser dagegen dehnen sich die Flächen mit starker Strömung zu gröfserer Breite aus, sie nehmen stellenweise die ganze Breite des Fahrwassers ein und können also von den Schiffen nicht umgangen werden; daher die geringere Leistungsfähigkeit der Schleppdampfer in diesem Fahrwasser.

Die Thatsache, dafs in dem Bingerlochfahrwasser trotz der stärkeren Gefälle die mittlere Stromstärke geringer ist als im zweiten Fahrwasser, ist in erster Linie offenbar auf die höchst unregelmässige Gestaltung dieses Stromlaufs zurückzuführen. In dem aus zerklüfteten Felsen gebildeten Flufsbette finden die strömenden Wassermassen aufserordentlich starke Bewegungswiderstände, und insbesondere an dem den Strom durchquerenden Bingerlochriff wird ein grofser Theil der Stromkraft gebrochen. Nach den heutzutage gebräuchlichen Geschwindigkeitsformeln sollte bei den vorhandenen Gefällen die Strömung thatsächlich eine viel stärkere sein. In geringerem Mafse ist das auch beim zweiten Fahrwasser der Fall; denn wenn dieses auch in seiner Grundform einen regelmäfsigen Ausbau erhalten hat, so ist seine felsige Sohle doch ebenfalls sehr uneben und für die rasche Abführung des Wassers ungeeignet. Es ist dabei bemerkbar, dafs bei steigendem Wasser dieser Einflufs der zerklüfteten Sohle abnimmt und die Einwirkung der regelmäfsigen Grundform mehr und mehr zur Geltung kommt, dafs also bei steigendem Wasser die Strömung rascher wächst als im Bingerlochfahrwasser, und dafs folglich eine weitere Verschlechterung der Schiffahrtsverhältnisse im Vergleich zu denjenigen des Bingerlochfahrwassers eintritt.

Die verhältnifsmäfsig günstigen Strömungsverhältnisse in der betrachteten Stromstrecke mögen zum Theil auch darauf zurückzuführen sein, dafs die ganz starken Gefälle nur von geringer Ausdehnung sind, dafs ihre Einwirkung auf die strömenden Wassermassen also nur von kurzer Dauer ist. Die Geschwindigkeitsformeln, die in der Praxis verwendbar sind, beziehen sich bekanntlich alle auf eine gleichförmige Bewegung, d. h. auf denjenigen Zustand, in dem die bewegende Kraft gerade gleich den Bewegungswiderständen ist. Wenn nun die strömenden Wassermassen aus einem schwächeren Gefälle in ein stärkeres übergehen, so ist dieser Gleichgewichtszustand zunächst nicht vorhanden, vielmehr wächst unter dem Einflusse der verstärkten beschleunigenden Kraft vorerst die Geschwindigkeit; gleichzeitig aber vergröfsern sich auch die Bewegungswiderstände, und zwar verhältnifsmäfsig rasch, sodafs nach einer gewissen Zeit wieder Gleichgewicht eintreten mufs. Ist aber eine Stromschnelle von geringerer Länge, wirkt also das vermehrte Gefälle nur kurze Zeit auf die strömenden Wassermassen ein, so wird der Zustand der gleichförmigen Bewegung auch nicht annähernd erreicht werden, und es können daher auch nicht diejenigen Beziehungen zwischen Gefälle und Strömung bestehen, wie man sie in regelmäfsig ausgebildeten Stromstrecken findet.

Die Gröfse der Schiffswiderstände hängt nicht lediglich von der Stromstärke ab, sondern es wirken darauf auch ein die Wassertiefe und das relative Gefälle, letzteres, weil eine entsprechende Hebung der Schiffslast stattfinden mufs. Zur weiteren Aufklärung der Schiffahrtsverhältnisse ist daher die Fahrgeschwindigkeit der Schiffe unmittelbar gemessen worden. Die Ergebnisse dieser Messung sind in der im Jahrgang 1897 dieser Zeitschrift Abb. 2 Bl. 11 gegebenen Karte zeichnerisch dargestellt. Es zeigte sich, dafs im Bingerlochfahrwasser die

Fahrt im allgemeinen gut von statten ging; nur im eigentlichen Bingerloch selbst, wo die Schiffe mitten durch die stärkste Strömung gehen mufsten, nahm die Geschwindigkeit auf kurze Zeit plötzlich sehr stark ab. Im zweiten Fahrwasser dagegen wurden auf eine grofse Länge ununterbrochen starke Schiffswiderstände beobachtet, weil daselbst in der ganzen Breite der Fahrrinne die Strömung stark ist. Was den Höchstwerth des Schiffswiderstandes angeht, so ändert derselbe seine Lage mit dem Wechsel des Wasserstandes. Bei Niedrigwasser wurde die kleinste Schiffsgeschwindigkeit im Bingerloch gefunden, jedoch nur in einer kurzen Strecke von 17 m Länge. Da die Strömung dort nicht stärker ist als im zweiten Fahrwasser, dürfte diese Erscheinung hauptsächlich auf dem Umstande beruhen, dafs dortselbst neben der reifsenden Strömung ein aufserordentlich starkes Gefälle überwunden werden mufs, dafs also das Schiffsgewicht verhältnifsmäfsig rasch zu heben ist. Diese sehr starken Schiffswiderstände im Bingerloch behindern aber thatsächlich die Fahrt der Schleppzüge viel weniger als die weit ausgedehnten starken Widerstände im zweiten Fahrwasser. Während nämlich bei der Fahrt eines Schleppzuges durch das Bingerloch immer nur eins von den Schiffen desselben gerade die kurze Strecke der starken Widerstände befährt, liegen die anderen Schiffe in verhältnifsmäfsig ruhigem Wasser, das eine Schiff verbraucht viel Zugkraft, die anderen um so weniger; im zweiten Fahrwasser dagegen liegen sämtliche Schiffe des Schleppzuges gleichzeitig in starker Strömung, daher ist die Summe des erforderlichen Kraftaufwandes gröfser als im Bingerloch. Anders verhält es sich natürlich mit einzelnen Schiffen; ein schwacher Dampfer, bei dem es zweifelhaft ist, ob er die fragliche Stromstrecke überhaupt befahren kann, wird bei kleinem Wasser leichter durch das zweite Fahrwasser kommen, als durch das Bingerloch. Jedoch ziehen auch die einzelnen Schiffe fast stets das Bingerloch vor; so z. B. fahren die Personendampfer der Köln-Düsseldorfer Gesellschaft, wenn beide Fahrwege frei sind, stets durch das Bingerloch, weil sie alsdann für die ganze Fahrt weniger Zeit brauchen. Bei mittleren und höheren Wasserständen, also für den gröfsten Theil des Jahres, verschlechtern sich dagegen, wie bereits bemerkt, die Schiffahrtsverhältnisse des zweiten Fahrwassers noch weiterhin im Vergleich zu demjenigen des Bingerlochs; es liegt alsdann auch der Höchstwerth des Schiffswiderstandes im zweiten Fahrwasser.

Aus allen diesen Beobachtungen ging hervor, dafs die regelmäfsige Ausbildung des Stromschlauchs mit Hülfe von Regulirungswerken nicht ohne weiteres als vortheilhaft betrachtet werden konnte; wenn dabei nicht ein besserer Ausgleich der Gefälle stattfindet, als dies beim zweiten Fahrwasser bisher der Fall war, so können im Gegentheil geradezu nachtheilige Wirkungen dadurch herbeigeführt werden. Ob nun mit Vortheil ein besserer Ausgleich der Gefälle herbeigeführt werden könne, oder ob es sich empfehle, hiervon Abstand zu nehmen, dafür waren die folgenden Erwägungen entscheidend. Wir haben bei Betrachtung des zweiten Fahrwassers gesehen, dafs zur Erreichung dieses Zweckes die Herstellung einer regelmäfsigen Grundform nicht genügt, sondern dafs aufserdem entweder durch Beseitigung der die Stromschnellen verursachenden Felsenriffe der Oberwasserspiegel gesenkt oder durch Verbauung der Tiefen unterhalb der starken Gefälle der Unterwasserspiegel gehoben werden müfste. Die erstere Mafsregel würde ohne Zweifel sehr wirksam sein, weil sich oberhalb der betrachteten Stromstrecke die sehr schwachen Gefälle des Rheingaues anschliefsen; jedoch konnte abgesehen von den ganz bedeutenden technischen Schwierigkeiten und geldlichen Bedenken an ihre Durchführung schon deshalb nicht gedacht werden, weil aus den oben angegebenen Gründen an der Wasserspiegelhöhe im Rheingau nichts geändert werden sollte. Demnach verblieb als einziges Mittel die Hebung des Unterwasserspiegels durch Grundschwellen. Zur Beurtheilung des Gefälleausgleiches, der hierbei erzielt werden könnte, mögen hierunter die stärksten Gefälle des Bingerlochfahrwassers und der angrenzenden Stromstrecken für verschiedene Entfernungen angegeben werden; sie betragen bei 150 cm am Pegel in Bingen

auf	17 m Länge	1: 122
„	50 „ „	1: 220
„	100 „ „	1: 380
„	300 „ „	1: 600
„	600 „ „	1: 690

bei 120 cm am Pegel in Bingen

auf	1000 m Länge	1: 900
„	2000 „ „	1:1150
„	3000 „ „	1:1270
„	4000 „ „	1:1310
„	5000 „ „	1:1430
„	6000 „ „	1:1550

Wenn sonach ein namhafter Ausgleich der Gefälle durch Anlage von Grundschwellen ohne Zweifel möglich wäre, so darf man sich anderseits nicht verhehlen, dafs solche Werke im vorliegenden Falle auch mancherlei Schattenseiten haben würden. Zunächst ist es ungewifs, wie sie den gewaltigen Eispressungen widerstehen würden, die beim Eintritt von Eisstand in der Felsenstrecke statthaben. Infolge der starken Gefälle und des hierauf beruhenden hohen Wasserdruckes schiebt sich daselbst bei solcher Gelegenheit das Eis in einer erstaunlichen Mächtigkeit übereinander, sodafs es stellenweise bis auf die Flufssohle hinabreicht, und wenn diese grofsen Massen bei den häufig eintretenden Eispressungen sich in Bewegung setzen, üben sie eine vernichtende Gewalt aus. Selbst die vorhandenen Buhnen und Parallelwerke vermögen, obgleich sie über Niedrigwasser mit starker Pflasterung versehen sind und obgleich sie doch aufserhalb der eigentlichen Strombahn liegen, dieser Gewalt häufig nicht zu widerstehen, und es ist sehr leicht möglich, dafs dies bei Grundschwellen in noch viel höherem Mafse der Fall sein würde, weil sie bei ihrer Lage mitten im Stromschlauch den Angriffen des Eises viel mehr ausgesetzt sein würden und weil sie nicht durch Pflasterung geschützt, sondern nur aus Steinen lose angeschüttet werden könnten. Aufserdem aber können nach den bisher gemachten Erfahrungen in Stromstrecken mit starken Gefällen die Grundschwellen auch recht unbequem für die Schiffahrt werden. Die Rheinstrombauverwaltung hat selbst in dieser Beziehung unangenehme Erfahrungen gemacht. In der Stromstrecke unterhalb Niederspai Kil. 77,5 bis 79,0 wurden nämlich in den Jahren 1880/81 12 Grundschwellen erbaut, um einem zweiten dortselbst angelegten Fahrwasser mehr Wasser zuzuführen. Infolge dessen verschlechterten sich die Schiffahrtsverhältnisse dort ganz wesentlich. Auf

den Schwellen selbst bildete sich eine stärkere Strömung während unmittelbar dahinter ruhiges Wasser lag, und stellenweise sich sogar Nehrungen einstellten. Der von den Schleppdampfern verursachte Wellenschlag wirkte hier ganz besonders nachtheilig auf die Fahrt der Anhängeschiffe; diese liefen, wie man zu sagen pflegt, aus dem Ruder, und deshalb kamen des öfteren Unfälle vor; auch rissen häufig die Schleppstränge. Erst nachdem man in den Jahren 1890/91 die Tiefen zwischen den Schwellen mit Baggergut theilweise ausgefüllt hat, sind die Schiffahrtsverhältnisse besser geworden. Eine natürliche Versandung in gröfserem Umfange ist nicht bemerkt worden. Es ist leicht möglich, dafs in der Stromstrecke am Bingerloch diese nachtheilige Wirkung der Grundschwellen in noch höherem Mafse eintreten würde, weil daselbst das Gefälle viel stärker ist, als bei Niederspai. Auch die Aussicht auf natürliche Versandung der Zwischenräume zwischen den Schwellen ist der heftigen Strömung wegen noch geringer, und es könnte sogar der Fall eintreten, dafs die Ausfüllung dieser Zwischenräume mit Kies keinen dauernden Erfolg haben würde.

Anderseits gelangte man aber auch bei näherem Eingehen auf die Sache zu der Ansicht, dafs es ungewifs sei, ob sich bei dem Ausgleich der Gefälle die Schiffswiderstände thatsächlich vermindern würden. Wie oben gezeigt worden ist, behindern die starken Gefälle von geringer Ausdehnung die Fahrt der Schleppzüge nicht in dem Mafse, als man auf den ersten Blick meinen sollte, sondern es kommt vielmehr darauf an, wie grofs das mittlere Gefälle und die mittlere Strömung in der ganzen Länge ist, die der Schleppzug gerade befährt. Die mittlere Länge der Schleppzüge kann in der Felsenstrecke ungefähr zu 300 m angenommen werden, und auf diese Länge beträgt das stärkste Gefälle im Bingerlochfahrwasser bei kleineren Wasserständen gegen 1 : 600. Um dieses Gefälle auf 1 : 900 zu vermindern, wäre ein vollkommener Ausgleich auf 1 km Länge nöthig gewesen, für die Verminderung auf 1 : 1200 schon ein Ausgleich auf 2 bis 3 km Länge. Dabei hätte aber das Fahrwasser in Sohle und Böschungen ganz regelmäfsig ausgebaut werden müssen, und also wären die Bedingungen vollständig verloren gegangen, auf denen die derzeitigen günstigen Strömungsverhältnisse der betrachteten Stromstrecke beruhen. In der That ergaben sich auch bei Berechnung der Stromgeschwindigkeiten, die in einem derartigen Fahrwasser auftreten würden, nach den gebräuchlichen Geschwindigkeitsformeln wesentlich stärkere Geschwindigkeiten, als man sie heutzutage beobachtet. Für einen Wasserstand von 250 cm am Binger Pegel liegen z. B. die Verhältnisse folgendermafsen. Die Tiefe sei zu 380 cm angenommen, da die Grundschwellen aus bekannten Gründen etwas tiefer liegen müssen als Normalsohle, die Sohlenbreite des regelmäfsig ausgebildeten Canals betrage 120 m, die Erfahrungszahl der Geschwindigkeitsformel von Ganguillet und Kutter (vergl. Handbuch der Ingenieurwissenschaften, 2. Auflage, erste Abtheilung, Seite 119) sei zu 0,025 angenommen; dann ergiebt sich nach dieser Formel die mittlere Geschwindigkeit für ein Gefälle von 1 : 900 zu 3,1 m in der Secunde, für ein Gefälle von 1 : 1200 zu 2,7 m. Hieraus berechnet sich ferner nach der Wagnerschen Formel (vergl. Seite 109 des genannten Werkes) die gröfste Oberflächengeschwindigkeit zu 4,00 m bezw. 3,50 m. Bei den Messungen wurde dagegen bei dem gleichen Wasserstande im Bingerloch als Höchstwerth eine Geschwindigkeit von nur 3,00 m gefunden. Es mag ja nun sein, dafs unsere Geschwindigkeitsformeln, die im allgemeinen anderen Verhältnissen angepafst sind, im vorliegenden Falle keine genauen Werthe ergeben; immerhin darf man aber, so lange wir nichts Zuverlässigeres haben, diese Ergebnisse nicht unbeachtet lassen. Auch ist zu bedenken, dafs in einem regelmäfsig ausgebauten Canal die gröfseren Geschwindigkeiten, ebenso wie im zweiten Fahrwasser, sich auf eine nambafte Breite ausdehnen würden, dafs sie also von den Schiffen nicht in so vortheilhafter Weise umgangen werden könnten, wie zur Zeit im Bingerlochfahrwasser. Eine Erschwerung der Schiffahrt würde endlich auch dadurch noch bewirkt werden, dafs in dem Fahrwasser mit ausgeglichener Sohle im allgemeinen eine geringere Tiefe wäre, als bei der gegenwärtigen Gestaltung des Flufsbettes; die Schiffe würden weniger Wasser unter dem Boden haben und die Schiffswiderstände infolge dessen wachsen.

Aus allen diesen Beobachtungen und Betrachtungen ging hervor, dafs es höchst ungewifs sei, ob ein Ausgleich der Gefälle, selbst wenn er auf bedeutende Entfernung durchgeführt würde, von vortheilhafter Einwirkung auf die Schiffahrtsverhältnisse wäre, ganz abgesehen davon, dafs für die Durchführung einer derartigen Regulirung sehr bedeutende Geldsummen aufgewandt werden müfsten. Man hat sich daher nach reiflicher Erwägung entschlossen, im offenen Strome lediglich durch Spreng- und Räumungsarbeit eine Schiffahrtsrinne von der erstrebten Tiefe herzustellen und im übrigen an den bestehenden Stromverhältnissen möglichst wenig zu ändern.

Nachdem mittlerweile die Regulirung am Bingerloch seit drei Jahren beendet ist und zu durchaus befriedigenden Ergebnissen geführt hat, sind in neuerer Zeit an der unteren Donau, und zwar an der Stromschnelle am „Eisernen Thor" Erfahrungen gemacht worden, die geeignet sind, weiterhin zur Aufklärung der hier besprochenen Verhältnisse beizutragen, und die daher kurz erwähnt werden mögen. Man hat dortselbst, um einen Ausgleich der aufserordentlich starken Gefälle herbeizuführen, zwischen Parallelwerken einen 2200 m langen Canal von gleichmäfsigem Querschnitt hergestellt, dessen Sohle durchweg in Felsboden eingearbeitet ist und ein ganz gleichmäfsiges Gefälle aufweist. Näheres über diese Arbeiten hat der ungarische Sectionsrath Bela von Gonda in seinem im Jahre 1896 erschienenen Werke „Die Regulirung des Eisernen Thores und der übrigen Katarakte der unteren Donau" veröffentlicht. Auf Seite 123 dieses Werkes wird angegeben, dafs das Wasserspiegelgefälle des Eisernen Thor-Canals sich für den kleinsten bekannten Wasserstand zu 0,00249, d. i. zu 1 : 402 berechnet. Wie ferner aus Seite 93 hervorgeht, nimmt es bei steigendem Wasser rasch ab und beträgt bei 316 cm am Orsovaer Pegel, d. i. etwas über Mittelwasser, nur noch $^3/_5$ des Niedrigwassergefälles. Dabei ist das Wasserspiegelgefälle des Canals trotz der gleichmäfsigen Sohlenneigung nicht ganz ausgeglichen, vielmehr ist es im oberen Theile stärker als weiter unten. Am Bingerloch beträgt nach erfolgter Regulirung bei 150 cm am Binger Pegel, d. i. 65 cm unter Mittelwasser, das gröfste Gefälle auf 300 m, also auf mittlere Schleppzuglänge, 1 : 680. Durch das Bingerloch schleppen bei dem genannten Wasserstande

nach den Angaben der gröfseren rheinischen Dampfreedereien die neueren Dampfboote mit einer indicirten Pferdekraft eine Last von 1,8 bis 2,4 Tonnen, während nach Seite 164 des Gondaschen Werkes bei den Probefahrten im Eisernen Thor-Canal ein Dampfer von 800 Pferdekräften bei gröfster Kraftanstrengung nur eine Ladung von 260 Tonnen ganz langsam zu schleppen vermochte, also 0,3 Tonne auf eine Pferdekraft; danach würden die Leistungen im Bingerloch sechsmal bis achtmal so grofs als im Eisernen Thor-Canal sein. Da sich in dem oberen Theile des letzteren ein noch stärkeres Gefälle ergeben hat, als das nach der Sohlenneigung berechnete, so ist die geringere Leistung erklärlich, sie zeigt sich, wie oben erwähnt, in ähnlicher Weise, wenn auch nur schwach, im zweiten Fahrwasser beim Bingerloch. Aber das Ergebnifs der Regulirung des Fahrwassers in dem Bingerloch selbst dürfte doch dafür sprechen, dafs dabei die örtlichen Verhältnisse in einer für die Schiffahrt recht günstigen Weise ausgenutzt worden sind.

Nachdem man sich entschlossen hatte, von dem Ausgleiche der Gefälle Abstand zu nehmen und lediglich durch Sprengarbeit im offenen Strome das vertiefte Fahrwasser herzustellen, war auch die Frage, welche Lage diesem Fahrwasser zu geben sei, ohne weiteres entschieden; es war nach den gemachten Beobachtungen selbstverständlich, dafs unter solchen Umständen das Bingerloch den Vorzug verdiente. In Abb. 1 bis 3 Bl. 61 u. 62 ist die neue Fahrrinne eingezeichnet, sie wird dargestellt durch die beiden parallelen Linien, welche bei Kil. 27,25, der Grenze des Bereichs der Rheinstrombauverwaltung, beginnend längs des rechten Stromufers laufen. Man hat sich überall möglichst nahe an das ausbuchtende, rechtsseitige Ufer gehalten, weil so der starken Strömung am besten ausgewichen wurde; eine Grenze war aber in dieser Beziehung durch den Umstand gesetzt, dafs in einiger Entfernung vom Ufer die hinderlichen Felsen rasch ansteigen. Da das Bingerlochriff sehr hoch liegt und somit einen starken Rückstau ausübt, konnte hier die planmäfsige Breite von 90 m nicht hergestellt werden, weil dabei der Wasserspiegel stromaufwärts stark gesenkt worden wäre; man beschränkte sich darauf, ein Fahrwasser herzustellen, in welchem die Schleppzüge einzeln ohne Gefahr nach der einen oder anderen Richtung verkehren können, aber zwei nicht aneinander vorbeifahren dürfen. Im Bingerloch selbst wurde bei der sehr geringen in Betracht kommenden Länge hierfür nach den vorliegenden Erfahrungen eine Breite von 30 m als ausreichend erachtet. Oberhalb und unterhalb, woselbst die schädlichen Felsen tiefer lagen und deshalb ihre Beseitigung von geringerem Einflusse auf das Oberwasser war, konnte die Breite ohne Bedenken auf 70 m ausgedehnt werden. Weiter stromabwärts dehnt sich die Fahrrinne allmählich aus und erreicht bei Afsmannshausen, Kil. 30,2, die Breite von 90 m.

Wie bereits bemerkt wurde, ist, so lange im Bingerloch die Schiffe sich nicht begegnen können, die Offenhaltung eines zweiten Schiffahrtsweges dringend erwünscht. Man hat sich daher entschlossen, im zweiten Fahrwasser wenigstens die höheren Felsspitzen zu beseitigen. Es ist so eine Tiefe von 30 cm unter Binger Pegel, d. i. 50 cm weniger als die normale Tiefe hergestellt worden. Die linksseitige Grenze dieses flacheren Fahrwassers läuft dicht an dem Nahegrund und der Mäusethurminsel vorbei. Für die Bergfahrt ist dieser Schiffahrtsweg ohne Bedeutung, dagegen wird er um so öfter bei der Thalfahrt benutzt. Es trifft sich dabei sehr günstig, dafs die Beförderung der Massengüter, insbesondere der Kohle, fast ausschliefslich zu Berg geht. Die zu Thal kommenden Frachtkähne sind meist leer oder nur schwach beladen; auch haben die Schleppdampfer, welche die Strecke befahren, gröfstentheils einen geringen Tiefgang, sie können also selbst zur Zeit kleiner Wasserstände das zweite Fahrwasser bei der angegebenen Tiefe befahren. Nur die tiefgehenden Schraubendampfer und ausnahmsweise schwer beladene Frachtkähne müssen bei kleineren Wasserständen warten, bis das Bingerloch frei ist; es ist das aber nicht von Belang, weil nur ein sehr geringer Theil des gesamten Schiffsverkehrs diese Verzögerung erleidet.

Die wegzusprengenden Felsen sind in den beigegebenen Karten durch schraffirte Flächen dargestellt. Durch ihre Entfernung wurde bei der gewählten Anordnung der Bauentwürfe der wasserführende Querschnitt des Stromes nur wenig vergröfsert, und es konnte daher angenommen werden, dafs das Oberwasser durch die Arbeiten nur in geringem Mafse beeinflufst werden würde. Eine zuverlässige Berechnung, welche Senkungen dort zu erwarten sein würden, war wegen der aufserordentlich unregelmäfsigen Gestaltung des Flufsbettes und der darauf beruhenden ungewöhnlichen Strömungsverhältnisse nicht möglich. Wenn man annahm, dafs die mittlere Stromgeschwindigkeit dieselbe bleiben würde, rechneten sich nur höchst unbedeutende Senkungen heraus, die von keinem praktischen Einflusse sein konnten. Um aber den in dieser Richtung geltend gemachten weitgehenden Bedenken für alle Fälle Rechnung zu tragen, wurden Vorbereitungen für eine theilweise Verbauung des Strombettes neben dem Bingerloch getroffen. Wie oben bereits mitgetheilt worden ist, befinden sich in dem Felsenriff am Bingerloch aufser dem letzteren noch eine Anzahl anderer Lücken, durch die das Wasser mit grofser Gewalt abstürzt. In diesen Lücken würde man durch tiefliegende Werke mit Leichtigkeit eine Fläche verbauen können, die viel gröfser wäre als die durch die Felsensprengungen freizulegenden Querschnittsflächen, und in solcher Weise mufste es zweifellos gelingen, eine durch die Felsensprengung allenfalls bewirkte schädliche Wasserspiegelsenkung wieder aufzuheben. Da auf dem felsigen Untergrunde und in der überaus reifsenden Strömung Steinschüttungen vermuthlich keinen festen Halt gefunden hätten, sollten zunächst Betonklötze von 1 cbm Inhalt mittels Schwimmkrahns reihenweise versetzt werden, und nachdem so die Gewalt des Stromes gebrochen war, zur weiteren Befestigung Steinwürfe angebracht werden. Ein Versuch hatte gezeigt, dafs das Versetzen der Cementklötze ohne Schwierigkeit bewerkstelligt werden konnte. Der Bauentwurf sah indessen vor, dafs diese Verbauung erst dann vorgenommen werden sollte, wenn bei Ausführung der Felsensprengungen in den zu vertiefenden Fahrwassern schädliche Senkungen im Oberwasser sich zeigen würden. Da dies nicht der Fall war, konnte die Verbauung unterbleiben.

Stromabwärts liegen die Verhältnisse bedeutend einfacher. Neben einigen Gerölle- und Kiesbaggerungen waren hier zunächst bei Kil. 30,0/31,5 Felsensprengungen auszuführen. Weiterhin bis zur Morgenbachmündung, Kil. 32,3, hat das

Flufsbett eine ungünstige Gestaltung; während es an dieser Stelle stark eingeengt ist, weitet es sich stromaufwärts sackartig aus. Es hat sich daher hier mitten im Strom eine grofse Sandbank, der Clemensgrund, gebildet, und es war zweifelhaft, ob daselbst das Fahrwasser in seiner ganzen Breite von Kiesablagerungen frei bleiben würde. Als durchgreifendes Mittel zur Verbesserung dieser Stromverhältnisse würde die Verbauung des rechts vom Clemensgrund befindlichen Seitenarmes dienen können; einstweilen aber hat man hiervon Abstand genommen, weil der genannte Seitenarm, an dem ein Leinpfad entlang läuft, von kleinen, dem Ortsverkehr dienenden Frachtkähnen befahren wird. Dagegen werden zur Zeit vor dem linken Ufer sechs Buhnen erbaut, um den Strom mehr gegen den Clemensgrund hinzudrängen.

Während die Strecke von Bingen bis unterhalb des Clemensgrundes durchweg ein starkes Gefälle aufweist, ist dasselbe weiter abwärts bis nach Lorch hin bedeutend geringer; von Kil. 27 bis 33 beträgt das Gefälle 1:1580, von Kil. 33 bis 38 nur 1:3470. Zwischen Kil. 32,5 und 33,2 waren hier zahlreiche Felsen zu sprengen. Bei Kil. 33,6/34,9 und 36,0/37,0 befinden sich vor dem linken Stromufer ältere Buhnenbauten, ferner zwischen den beiden Lorcher Werthen Kil. 36,3/37,0 ein Parallelwerk. Dieses hat den Zweck, die starke Querströmung, die bei höheren Wasserständen von dem linksseitigen Hauptstromarm nach dem rechtsseitigen Nebenarm hin stattfindet, zu mildern. An dieser Stelle waren bedeutende Geröllmassen zu beseitigen, welche sich vermuthlich infolge der erwähnten Querströmung abgelagert hatten. Damit derartige Ablagerungen sich später nicht wiederholen, wird das vorhandene Parallelwerk, dessen Krone zur Zeit auf Mittelwasserhöhe liegt, demnächst um 1,0 m erhöht werden.

Von Kil. 38 bis 46 nimmt das Gefälle wieder sehr zu, es beträgt im Mittel 1:1860. Fast durchweg waren hier bedeutende Felsenarbeiten auszuführen. Von Kil. 38,0 bis 41,2 hat eine namhafte Einengung des Strombettes durch ältere Buhnenbauten stattgefunden. Weiter abwärts bis nach Caub hin nimmt der Strom eine höchst eigenartige Gestaltung an. Bei Kil. 41,5 bis 42,0 wird er zunächst durch eine Insel, das Bacharacher Werth, in zwei Arme getheilt, rechts liegt der Hauptstromarm mit dem Fahrwasser, links ein nicht schiffbarer Nebenarm mit felsiger Sohle und sehr starkem Gefälle, der sogenannte Hahnen. Kurz unterhalb des Bacharacher Werthes bei Kil. 42,5 durchsetzt, ähnlich wie beim Bingerloch, eine mächtige Felsbank den Strom fast in seiner ganzen Breite. In der Mitte befindet sich eine Durchfahrt für Schiffe, welche den bezeichnenden Namen das wilde Gefähr führt, und seitwärts von diesem natürlichen Fahrwasser liegt, ebenso wie beim Bingerloch, ein künstlicher Fahrweg, das „Cauber Wasser", welches durch das Cauber Werth, die Pfalzinsel und ein hier anschliefsendes Parallelwerk von dem Hauptstrom getrennt ist. Links von dem Wilden Gefähr befindet sich ein tief liegendes, aus losen Steinen angeschüttetes Parallelwerk, das den Abflufs nach dem tiefer liegenden Hahnen vermindern sollte, und unterhalb bei Kil. 43,0 hat man vor Jahrzehnten vor dem linken Stromufer einige Buhnen mit hakenförmigem Vorbau angelegt, um die Wassertiefe über den hochliegenden Felsen im Wilden Gefähr durch Stauung zu vermehren und das daselbst befindliche sehr starke Gefälle zu mildern. Nichtsdestoweniger ist das Gefälle auch heute noch bedeutend, es beträgt bei gemitteltem Niedrigwasser, mit schwimmender Nivellirlatte mitten im Fahrwasser gemessen, auf 120 m Länge 1:400 und auf 307,80 m, d. i. auf mittlere Schleppzuglänge 1:580. Bei steigendem Wasser nimmt das Gefälle ziemlich rasch ab, anderseits vermehrt es sich noch, wenn der obengenannte Wasserstand unterschritten wird. So kommt es, dafs bei kleinen Wasserständen die Bergfahrt durch das Wilde Gefähr schwieriger ist, als durch das Bingerloch.

Wenn nach obigem in diesen beiden Stromschnellen die Stromverhältnisse vieles miteinander gemein haben, so unterscheiden sie sich doch in einem wichtigen Punkte sehr wesentlich voneinander. Während nämlich unterhalb des Bingerloches der Strom auf weite Entfernung hin gleichfalls starke Gefälle aufweist, schliefst sich an das Wilde Gefähr eine Strecke von sehr geringem Gefälle an; von Kil. 43 abwärts beträgt hier bei gemitteltem Niedrigwasser auf 1290 m Länge das Gefälle 1:8490, und auch weiterhin sind die Gefälle nicht stark. Während man also am Bingerloch es als zweckmäfsig befunden hat, von einem Ausgleich der Gefälle Abstand zu nehmen, läfst sich in der Stromstrecke am Wilden Gefähr ohne Zweifel ein solcher Ausgleich mit grofsem Vortheil ausführen, und in der That ist auch eine ziemlich gute Vertheilung der Gefälle in dem oben genannten Cauber Wasser bereits seit längerer Zeit bewerkstelligt worden. Das mittlere Gefälle beträgt in der ganzen Länge dieses Fahrwassers, d. h. auf 1620 m bei gemitteltem Niedrigwasser 1:2220, das stärkste Gefälle auf 317,40 m, d. h. auf mittlere Schleppzuglänge 1:1134. Die Schiffahrt hat sich natürlich diesen Verhältnissen angepafst; während die Bergfahrt in der Regel durch das Cauber Wasser geht, dient das Wilde Gefähr für die Thalfahrt. Nur die rasch fahrenden Personendampfer benutzen im allgemeinen auch für die Bergfahrt den letzteren Fahrweg, weil sie auf diese Weise rascher durch die betrachtete Stromstrecke kommen; bei ganz kleinen Wasserständen, bei welchen, wie wir gesehen haben, das Gefälle im Wilden Gefähr sich sehr verstärkt, ziehen aber auch diese Dampfer den Weg durch das Cauber Wasser vor. Da die geschilderten Strömungsverhältnisse für die Schiffahrt befriedigend sind, lag kein Grund vor, etwas daran zu ändern, und man hat sich daher begnügt, im Wilden Gefähr eine vertiefte Fahrrinne von 70 m Breite für die Thalfahrt und im Cauber Wasser eine solche von 60 m Breite für die Bergfahrt herzustellen. Hierbei waren allerdings sehr bedeutende Fels- und Kiesmassen zu beseitigen, insbesondere im Wilden Gefähr; man mufste daher darauf gefafst sein, dafs das Oberwasser gesenkt und die Fahrwassertiefe daselbst, sowie auch im Cauber Wasser, in nachtheiliger Weise vermindert werden würde. Um dem entgegenzuwirken, ist das bereits erwähnte Parallelwerk neben dem Wilden Gefähr weiter ausgebaut worden. Dasselbe lag stellenweise bis 80 cm unter gemitteltem Niedrigwasser, und da bei kleinen Wasserständen der Wasserspiegel im Wildem Gefähr ganz bedeutend höher liegt, als in dem seitlich befindlichen Hahnen, fand hier eine starke Querströmung und ein namhafter Wasserverlust statt. Das genannte Werk ist daher etwas über Niedrigwasserhöhe gebracht und nach dem Bacharacher Werth hin verlängert worden. — Im Cauber Wasser waren die schädlichen Felsen vielfach von

Kies überlagert, auch mufsten hier schon früher mehrfach Kiesbaggerungen ausgeführt werden. Da das vorhandene Gefälle an sich ohne Zweifel für die Durchfuhr der Geschiebe genügt, konnte diese Erscheinung nur darin ihren Grund haben, dafs auch hier bei höheren Wasserständen eine starke Querströmung über das begrenzende Parallelwerk hinweg nach dem Hauptstromarme hin stattfand. Dem konnte durch Erhöhung des Werks und durch Verlängerung desselben stromabwärts entgegengewirkt werden. Es war aber auch leicht möglich, dafs durch Beseitigung der zahlreichen hochgelegenen Felsblöcke eine erheblich bessere Vorfluth geschaffen und eine weitere Versandung im Fahrwasser nicht mehr eintreten würde. Bis jetzt scheint sich diese Annahme zu bestätigen; nachdem die Vertiefungsarbeiten seit Jahresfrist beendet sind, haben sich weitere Versandungen nicht mehr gezeigt. Auch findet jetzt unmittelbar oberhalb der Pfalzinsel im Gegensatz zu früher ein Ueberströmen des Hochwassers aus dem Hauptstromarm in das Cauber Wasser statt.

Von Kil. 44,5 abwärts waren neben zahlreichen Felsen sehr schwere Gerölle zu beseitigen. Bei Kil. 46,4/47,8 hat eine Einschränkung des Flufsbettes durch ältere Buhnenbauten und durch den neuerdings erbauten Oberweseler Hafen stattgefunden. Von Kil. 46 bis 52 finden wir die schwächsten Gefälle der Felsenstrecke, der mittlere Fall beträgt hier 1:5850. Diese Strecke fällt ferner auf durch ihre starken Krümmungen, starke Einengungen des Flufsbettes und bedeutende Tiefen. An der Loreley bei Kil. 52,5 ist das Niedrigwasser auf 113 m eingeschränkt, und man hat hier, wie auch an der Bank Kil. 53,3 bis zu 30 m Tiefe gemessen. Ein an der Loreley aufgenommener Querschnitt ist in Text-Abb. 2 dargestellt. Es ist daraus ersichtlich, dafs der Unterschied in dem Flächeninhalte der Hoch- und Niedrigwasserquerschnitte ein verhältnifsmäfsig sehr geringer ist. Es mufs sich also bei Hochwasser ein ganz aufserordentlich reifsender Strom bilden, der immer wieder in den tiefen Kolken Sand, Kies und Gerölle bis auf den blanken Felsen wegfegt; dagegen ist bei ganz kleinen Wasserständen infolge des allzu grofsen Niedrigwasserquerschnitts kaum eine Strömung zu verspüren. Diese Verhältnisse sind insofern für die Felsenstrecke von grofser Bedeutung, als sie zu der von Zeit zu Zeit stattfindenden Bildung starker Eisdecken Veranlassung geben. Wenn bei kleinen Wasserständen starker Frost eintritt, so kommt es vor, dafs die sehr schwache Stromkraft nicht genügt, das von oben zutreibende Eis weiter fortzuschaffen, und es bildet sich alsdann eine feste Decke, die sich je nach der Dauer des Frostes stromaufwärts mehr oder weniger weit fortsetzt. Ohne die eigenthümliche Gestaltung des Strombettes an der Loreley würde die Felsenstrecke wahrscheinlich niemals eine feste Eisdecke bekommen. Durch die in dieser Stromstrecke ausgeführten Regulirungsarbeiten wird neben der Verbesserung des Fahrwassers auch die Durchfuhr des Treibeises erleichtert. Es war hier hauptsächlich auf Abflachung der starken Krümmungen im Fahrwasser Bedacht zu nehmen, was zu umfangreichen Felsarbeiten Veranlassung gab. Am Ausgange der Felsenstrecke bei Kil. 52,2 bis 53,4 sind die in früheren Zeiten recht mifslichen Schiffahrtsverhältnisse aufserdem durch linksseitige Parallelwerk- und Buhnenbauten, sowie durch den zu Anfang der neunziger Jahre ausgeführten Bau des Loreleyhafens ganz wesentlich verbessert worden.



Abb. 2. Querschnitt an der Loreley.
Mafsstab für die Längen 1:7500,
„ für die Höhen 1:750.

Die Sprengarbeiten im Rhein hat die preufs. Regierung von Anfang an, d. i. seit den dreifsiger Jahren, im Selbstbetrieb ausgeführt, weil es keine Unternehmer gab, die mit den für diese Arbeiten erforderlichen eigenartigen Maschinen versehen waren und über sachkundige Arbeiter verfügten. Man hat zwar einige Unternehmer zu verschiedenen Zeiten probeweise arbeiten lassen, ist aber hierbei zu keinen befriedigenden Ergebnissen gekommen. Aus diesen Gründen hat man auch bei Ausführung der neuen Regulirungsarbeiten dem Selbstbetriebe den Vorzug gegeben, zumal die Rheinstrombauverwaltung damals bereits über einige brauchbare Maschinen, sowie über sachverständige Meister, Vorarbeiter und Arbeiter verfügte. Als die Arbeiten bereits im Gange und für die Beschaffung weiterer Maschinen bedeutende Ausgaben gemacht worden waren, haben einige Unternehmer Angebote gemacht, diese waren jedoch wegen der Höhe des Preises unannehmbar. Der geringste Preis, der gefordert wurde, war 25 ℳ für 1 cbm gesprengten und an Land aufgesetzten Gesteins; dabei sollten die sämtlichen Baumaschinen der Rheinstrombauverwaltung dem Unternehmer unentgeltlich geliehen werden. Wie weiter unten gezeigt werden wird, hat sich beim Selbstbetriebe der Preis für 1 cbm gesprengten Gesteins auf nur 12,09 ℳ gestellt. In betreff der Entwicklung des rheinischen Sprengbetriebes bis in die achtziger Jahre und der dabei erfundenen eigenartigen Maschinen wird auf die früheren Veröffentlichungen, Zeitschr. f. Bauwesen Jahrg. 1896 S. 97 und Jahrg. 1897 S. 75 Bezug genommen.

Von Maschinen waren Ende der achtziger Jahre in betriebsfähigem Zustande vorhanden ein Dampfbohrapparat und drei Taucherschächte. In ihrer Betriebsart unterscheiden sich diese beiden Bohrvorrichtungen hauptsächlich insofern von einander, als bei dem Taucherschachte ein aus Eisenblechen hergestellter Schacht auf die Flufssohle gesenkt und durch Druckluft wasserleer gemacht wird, sodafs die Arbeiter unmittelbar auf dem zu verbohrenden Felsen aufstehen, während bei dem Dampfbohrapparat die Bohrmaschinen über Wasser angebracht sind und die vom Wasser überströmten Felsen mittels langer Gestänge verbohrt werden. Um bei dieser Betriebsart dem Dampfbohrapparat die erforderliche ruhige Stellung zu geben, d. h. um ihn von den Bewegungen der Strömung und des Wellenschlages unabhängig zu machen, wird er an vier auf der Flufssohle aufstehenden Schoorbäumen um einige Decimeter angehoben, sodafs die ganze Vorrichtung nicht mehr auf dem Wasser schwimmt, sondern auf der Flufssohle fest und unbeweglich aufsteht (vgl. Jahrg. 1867 S. 117 und Jahrg. 1868 S. 395 und 547 dieser Zeitschrift). Der Dampfbohrapparat ist auf dem Rhein 30 Jahre lang mit gutem Erfolge in Betrieb gewesen und hat sich später auch an anderen Orten eingeführt, so z. B. bei americanischen Flufsregulirungen und in neuester Zeit bei Re-

gulirung der unteren Donau. Immerhin besitzt er aber insofern eine grofse Schwäche, als man bei seiner Verwendung die Arbeit nicht unterbrechen und das Arbeitsfeld nicht verlassen darf, so lange die Bohrung nicht beendet ist und die verbohrten Felsen nicht gesprengt sind; die unfertigen und noch nicht gesprengten Bohrlöcher werden anderenfalls in der Regel nicht wieder aufgefunden, sodafs die auf sie verwandte Arbeit vergeblich war. Am Rhein machte sich dieser Uebelstand um so mehr bemerkbar, je mehr im Laufe der Jahre der Schiffahrtsverkehr zunahm und je mehr man nach Beseitigung der schwierigsten Schiffahrtshindernisse dazu überging, auch in der bereits befahrenen Schiffahrtsrinne Felsensprengungen auszuführen. Bei den hier zu beschreibenden neueren Arbeiten handelte es sich hauptsächlich um die Ausführung von Felsensprengungen innerhalb der bereits nutzbaren Fahrrinne, und man hat daher bei diesen neueren Arbeiten den vorhandenen Dampfbohrapparat nicht mehr verwandt, obgleich er sich noch in gebrauchsfähigem Zustande befand.

Der Taucherschacht besitzt die geschilderten Nachtheile nicht, weil hier die Arbeiter die zu verbohrenden Felsen unmittelbar vor Augen haben und so, wenn das Arbeitsfeld auch öfter verlassen werden mufs, bei der Rückkehr die angefangenen Bohrlöcher stets ohne Schwierigkeit wieder auffinden können. Der Bohrbetrieb kann also hier ohne jegliche Störung der Schiffahrt mit verhältnifsmäfsig geringen Arbeitsverlusten durchgeführt werden. Bis gegen das Ende der achtziger Jahre wurden in den Taucherschächten die Felsen von Hand, ohne Anwendung von Maschinen verbohrt. Da bis dahin die Felsensprengungen nur in geringem Umfange betrieben worden sind, mochte ein derartiger Betrieb mit einfachsten Mitteln zweckmäfsig gewesen sein; dagegen war es unzweifelhaft, dafs für die nunmehr geplanten grofsartigen Sprengarbeiten vollkommenere Einrichtungen geschaffen werden mufsten. Daher wurde im Jahre 1889 einer der Taucherschächte versuchsweise mit zwei leichten Stofsbohrmaschinen ausgerüstet, wie solche heutzutage beim deutschen Bergbau ziemlich allgemein in Gebrauch sind. Die Maschinen waren unmittelbar über den zu verbohrenden Felsen angebracht, zu ihrem Antrieb wurde Prefsluft verwandt, weil solche ja doch erforderlich war, um den Schacht wasserfrei zu erhalten. Diese neue Bohreinrichtung bewährte sich sehr gut, und daher wurden im Winter von 1889 auf 1890 auch die beiden anderen Taucherschächte mit der gleichen Einrichtung versehen; aufserdem entschlofs man sich, noch einige weitere Taucherschächte zu beschaffen. Bei Aufstellung der bezüglichen Bauentwürfe ging man von der Auffassung aus, dafs die vorhandenen Schächte für die vortheilhafte Bearbeitung gröfserer Felsflächen zu klein seien. Der Flächeninhalt des Arbeitsraumes über den zu verbohrenden Felsen betrug bei denselben nur 7,6 bis 8,3 qm, sodafs daselbst nur je zwei Bohrmaschinen Aufstellung finden konnten; die neuen Schächte sind dagegen so vergröfsert worden, dafs sie eine Fläche von 25 qm überdecken und dafs in jedem Schacht acht Bohrmaschinen angebracht werden konnten. Auch sind Maschinen zur Förderung des gesprengten Gesteins eingebaut worden. Der erste dieser gröfseren Taucherschächte wurde im Jahre 1890 mit einem Kostenaufwande von rund 250000 ℳ erbaut und im Frühjahr 1891 in Betrieb gesetzt. Nachdem er sich während einer längeren Betriebszeit als durchaus geeignet für den vorliegenden Zweck erwiesen hatte, wurde im Jahre 1892 ein weiterer Schacht von der gleichen Gröfse und ähnlicher Einrichtung erbaut. Dieser letztere, der Taucherschacht Nr. V, seine Betriebsweise und die derzeitige Einrichtung des rheinischen Sprengbetriebes überhaupt sind in dem Jahrg. 1896 dieser Zeitschr. S. 97 u. f. sehr eingehend beschrieben worden, und es erübrigt daher, hier nochmals darauf einzugehen.

Gelegentlich einer Studienreise an die untere Donau, welche einige Beamte der Rheinstrombauverwaltung im Jahre 1892 unternahmen, lernten diese dort eine weitere Gattung von Maschinen kennen, die sich gleichfalls für den Baubetrieb in der Felsenstrecke des Rheins eignen; dies waren die bei Regulirung der Donau zwischen Moldova und Turn Severin verwandten Felsenbrecher. Diese zertrümmern das Gestein nicht unter Anwendung von Sprengstoffen, sondern lediglich durch den Stofs schwerer Eisenkörper. Dieses Verfahren ist nicht neu, man hat es am Rhein bereits in den fünfziger Jahren verwandt; wie aus dem Jahrg. 1868 dieser Zeitschrift S. 547 hervorgeht, wurde hier ein 500 Pfund schwerer eiserner Stampfer nach Art einer Ramme durch Menschenkraft in Bewegung gesetzt und damit das Gestein zertrümmert. Als man zu Anfang der sechziger Jahre in dem Dampfbohrapparate und dem Taucherschachte leistungsfähigere Maschinen erfunden hatte, setzte man den Felsenstampfer aufser Betrieb. Später ist das Verfahren von dem englischen Maschinenfabricanten Löbnitz bei der Erbauung des Suez-Canals wieder aufgenommen worden. Der Löbnitzsche Apparat war mit mehreren eisernen Felsenstampfern versehen und auch bereits für Dampfbetrieb eingerichtet. Immerhin aber war auch er noch nicht so durchgebildet, dafs er den Anforderungen unserer Zeit hätte vollständig genügen und den Wettbewerb mit der Sprengarbeit hätte aufnehmen können. Das Verdienst einen besseren Apparat hergestellt zu haben, gebührt dem Maschinenfabricanten Luther in Braunschweig. Er hat für die von ihm in Gemeinschaft mit der Berliner Discontogesellschaft übernommenen Felsenarbeiten an der unteren Donau drei solcher Maschinen erbaut. Diese arbeiteten in der Donau mit recht gutem Erfolge, und es war unzweifelhaft, dafs sie sich auch für die Felsenstrecke des Rheins eignen würden, vorausgesetzt, dafs ihnen die zum Ausweichen vor den Schiffen erforderliche Beweglichkeit gegeben würde. Im Jahre 1894 wurde daher ein solcher Apparat mit einem Kostenaufwande von 232 351 ℳ für die Rheinregulirung beschafft.

Luther hat seinen Felsenbrecher im Gegensatz zu dem Löbnitzschen Apparat mit nur einem Stampfer ausgerüstet, diesem dafür aber ganz namhafte Abmessungen und ein sehr bedeutendes Gewicht gegeben, um in solcher Weise eine möglichst hohe Leistungsfähigkeit herbeizuführen. Der Stampfer ist an seinem unteren Ende schneidenförmig zugespitzt und hat die Form eines Meifsels. Mittels einer an hohem Gerüste angebrachten Rolle und darüber laufender Kette wird dieser Meisel 3 bis 6 m hoch emporgezogen, er löst sich alsdann selbstthätig aus und stürzt mit grofser Gewalt auf die darunter befindlichen Felsen nieder. Es liegt auf der Hand, dafs bei einem derartigen Betriebe mit zunehmendem Gewichte die Wirkung sehr gesteigert werden kann. Am

Rhein wird zur Zeit ein Meifsel von rund 10 000 kg verwandt; er hat die in Text-Abb. 3 dargestellte Gestalt und ist aus einem weichen und zähen Flufseisen hergestellt, weil bei diesem Stoffe die Gefahr des Zerbrechens verhältnifsmäfsig gering ist. Die Länge beträgt 9500 mm und die gröfste Stärke 400/400 mm. Am unteren Ende ist eine 3100 mm lange und 150 mm starke Scheibe aus Tiegelstahl eingeschweifst, um der Spitze die nöthige Festigkeit zu geben und auch bei erfolgter Abnutzung die schneidenförmige Gestalt zu erhalten. Die ursprünglich von Luther gelieferten Meifsel waren kürzer und leichter; die gröfsere Länge hat sich als zweckmäfsig erwiesen, weil bei der Bearbeitung der Felsen der Meifsel sich rasch abnutzt und mit der Zeit so kurz wird, dafs er beim Einsinken in die Flufssohle nicht mehr weit genug aus dem Wasser herausragt, um noch gefafst und gehoben zu werden, zumal bei mittleren und höheren Wasserständen. Im rheinischen Schiefergebirge verliert der Meifsel nach den seither gemachten Erfahrungen bei 20stündiger Arbeitszeit täglich 6 bis 10 mm an Länge, sodafs also die eingeschweifste Stahlschneide ungefähr ein Jahr lang ausdauert. Der Verschleifs ist dadurch etwas vermindert worden, dafs man bei Beschaffung neuer Meifsel diese am unteren Ende allmählich verstärkt hat; je mehr Material man hier anhäuft, desto länger dauert es natürlich, bis dasselbe abgearbeitet ist. Der zur Zeit im Gebrauch befindliche Meifsel ist am Ende 340/340 mm stark, und eine weitere Verstärkung wird sich vermuthlich als vortheilhaft erweisen. Von einer näheren Beschreibung der ganzen Einrichtung des Felsenbrechers kann hier Abstand genommen werden, weil solche in anderen Veröffentlichungen schon mehrfach stattgefunden hat, so z. B. im Jahrg. 1895 der Zeitschrift deutscher Ingenieure. Es mag hier nur noch bemerkt werden, dafs das eiserne Trageschiff, auf dem die ganze Einrichtung ruht, 60 m lang und 12 m breit ist, und dafs das Gerüst, an dem der Meifsel aufgehängt ist, sich 13,95 m über den Wasserspiegel erhebt. Die sehr bedeutenden Abmessungen des Schiffskörpers sind für erforderlich gehalten werden, um dem Apparate die bei der Arbeit nothwendige ruhige Stellung zu geben. Hierauf wird aufserdem hingewirkt durch die starke Verankerung des Schiffes; von diesem gehen nämlich aufser der stromaufwärts liegenden Hauptankerkette nach jeder Seite zwei Seitenankerketten aus, sodafs also der Apparat zwischen diesen fünf Ketten fest verspannt ist. Die sämtlichen fünf Ketten werden von einer Dampfwinde aus in Bewegung gesetzt.

Abb. 3. 1:150.

Am Rhein ist der Felsenbrecher bis jetzt nur zur Zertrümmerung von Schieferfelsen von mittlerer Härte verwandt worden, da in dem festen Quarzitgestein die vorhandenen Taucherschächte ohne Zweifel vortheilhafter arbeiten. In dem Schieferfelsen sind die Leistungen des Felsenbrechers recht gute, es kommt öfter vor, dafs der Meifsel hier bei dem ersten Schlage um 50 cm und mehr in den Felsen einsinkt. Meistens aber mufs mehrmals zugeschlagen werden, um eine solche Tiefe zu erreichen. Während der Arbeit geht der Felsenbrecher quer über den Strom, indem er sich hierbei genau in einer Linie hält, die am Ufer durch Stangen bezeichnet ist; und zwar rückt er hierbei, wenn an einem Punkte die erstrebte Tiefe erreicht ist, in der Regel um 50 cm seitwärts; wenn das Gestein sich leicht zerschlägt, wohl auch etwas weiter.

Ist ein Gang über die zu beseitigende Felsfläche beendet, so geht der Apparat um dasselbe Mafs wie bei der Seitwärtsbewegung stromaufwärts, und es beginnt ein neuer Gang. Die Entfernungen vom Ufer werden dabei mit dünnen Drahtseilen gemessen. Nach obigem wird in jeder einzelnen Stellung eine Fläche von ungefähr 0,25 qm zerschlagen, und dabei vermag der Felsenbrecher, wenn der Betrieb ohne Störung von statten geht, stündlich 100 bis 120 Schläge auszuführen.*) Je nach der Anzahl der Schläge, die auf jeder einzelnen Stelle durchschnittlich erforderlich sind, läfst sich hieraus die tägliche Leistung, in Quadratmetern ausgedrückt, berechnen. Thatsächlich treten aber vielfach Störungen im Betriebe ein, hauptsächlich durch den Schiffsverkehr, ferner bei der häufig erforderlichen Verlegung der Ankerketten, bei kleineren Maschinenausbesserungen und dergleichen mehr. Die durchschnittliche Tagesleistung auf dem Rhein kann bei Schiefergestein von mittlerer Härte und geringer Höhe (10 bis 30 cm über Normalsohle) zu 150 qm angenommen werden. Dabei wird, ebenso wie beim Taucherschacht, auch während der Nacht gearbeitet, und zwar in zwei Arbeitsschichten täglich 20 Stunden lang. Ferner wird der Betrieb so geregelt, dafs der Meifsel mindestens bis 30 cm unter Normalsohle in den Felsen eindringt, weil sonst die Bagger den Steinschutt nicht bis zur erforderlichen Tiefe abräumen können.

Was nun die Frage angeht, in welchem Verhältnifs die Arbeitsleistungen des Felsenbrechers zu denjenigen des Taucherschachtes stehen, so ist zu bemerken, dafs der erstere den letzteren keineswegs zu ersetzen vermag; der Taucherschacht wird nach wie vor der vielseitigste und wichtigste Apparat für die Regulirung der Felsenstrecke bleiben. Dagegen ergänzen sich die beiden Vorrichtungen in einer sehr glücklichen Weise. Das vortheilhafte Arbeitsfeld für den Felsenbrecher bildet weiches Gestein, wenn dieses die Normalsohle in ausgedehnten Flächen und geringer Mächtigkeit überragt. Zwar ist auch hier die thatsächliche Tagesleistung des Taucherschachtes gröfser, aber trotzdem arbeitet der Felsenbrecher etwas billiger, weil seine Betriebskosten geringer sind. Der Taucherschacht bedarf einer zahlreicheren Bemannung und verursacht grofse Kosten durch den Verbrauch von Sprengstoffen, Zündern und Bohrstahl, sowie durch die Unterhaltung der Bohrmaschinen; demgegenüber ist der Verschleifs des Meifsels beim Felsenbrecher als wenig kostspielig zu bezeichnen. Allerdings haben seither bei dem Felsenbrecher infolge von Beschädigungen der Maschinen bedeutend gröfsere Betriebsstörungen stattgefunden, als bei den Taucher-

*) Neuerdings hat die Bauunternehmung von Grün und Bilfinger in Mannheim für die im oberen Main stattfindenden Felsarbeiten einen leichteren Felsenbrecher erbaut, bei dem der Meifsel nur 2500 kg wiegt, und die zum Heben desselben erforderliche Kraft durch Druckwasser übertragen wird, das man in einem Accumulator ansammelt und auf 60 Atmosphären prefst. In solcher Weise ist es gelungen, den Meifsel in der Minute sechs Schläge ausführen zu lassen, also dreimal so rasch zu arbeiten, wie mit dem Lutherschen Apparat. Es wird wohl kaum angängig sein, dem schweren Meifsel des letztgenannten Felsenbrechers dieselbe Geschwindigkeit zu ertheilen, aber immerhin ist es wahrscheinlich, dafs auch sein Betrieb in solcher Weise beschleunigt und verbilligt werden kann.

schächten, wodurch die Gesamtleistung des Felsenbrechers wesentlich vermindert wurde; dem kann aber durch Verbesserung der Bauart ohne Zweifel abgeholfen werden, auch ist in dieser Hinsicht schon manches geschehen. Sehr gut sind die Leistungen des Felsenbrechers insofern, als er das Gestein in der Regel schon bei der ersten Bearbeitung so vollständig zertrümmert, dafs bei der Baggerung des Steinschuttes fast überall die Normalsohle erreicht wird. Beim Sprengen der Felsen mit Dynamit ist die Arbeit in der Regel nicht so sauber; weil das schieferige Gestein in der Felsenstrecke im allgemeinen fast senkrecht geschichtet ist, kommt es vor, dafs die Schufstrichter sehr steilwandig ausreifsen, und es bleiben alsdann, auch wenn man die Bohrlöcher verhältnifsmäfsig nahe aneinander setzt, Gesteinsreste stehen, die die Normalsohle überragen, sodafs also eine nochmalige Bearbeitung der betreffenden Stellen erforderlich ist. Dieser Uebelstand hat sich sowohl bei dem Taucherschacht, bei dem die Bohrlöcher gruppenförmig nebeneinander gesetzt werden, gezeigt, wie auch bei dem früher verwandten Dampfbohrapparat, wo die Bohrungen meistens reihenförmig angeordnet wurden. Den Vorzug vor der Sprengarbeit verdient die Verwendung des Felsenbrechers auch da, wo die schädlichen Felsen mit Kies überlagert sind. Wegen der vielen Unebenheiten in der Oberfläche der Felsen gelingt es hier nur in den seltensten Fällen, durch Baggerung das Gestein frei zu legen, sodafs dies im Taucherschachte von Hand geschehen mufs, was sehr viel Zeit erfordert; auch wird die Bohrarbeit dadurch erschwert, dafs das zwischen dem unteren Rande des Schachtes und der unebenen felsigen Flufssohle durchströmende Wasser die leichteren Kiestheile in Bewegung setzt und so die Bohrlöcher zur Versandung bringt. Noch günstiger für den Felsenbrecher gestaltete sich das Verhältnifs an solchen Stellen, wo wegen der Nähe von Gebäuden der Taucherschacht mit nur ganz schwachen Sprengladungen arbeiten durfte, was in der Felsenstrecke sehr zum Nachtheile des Baubetriebes vielfach der Fall war. Endlich sind auch diejenigen Arbeitsfelder für den Felsenbrecher ganz besonders geeignet, auf denen schon früher Sprengungen ausgeführt worden sind. Während nämlich hier das in seinem Gefüge bereits gelockerte Gestein während der Bohrung öfters in sich zusammenfällt und so die Bohrarbeit erschwert wird, arbeitet der Felsenbrecher bei der geringeren Festigkeit des Gesteins mit um so besserem Erfolge. Seine Leistungsfähigkeit vermindert sich dagegen sehr rasch, sobald die Härte des zu beseitigenden Gesteins zunimmt; auch können alsdann erfahrungsgemäfs des öfteren Meifselbrüche eintreten. Abgesehen von den entstehenden Unkosten würde hierdurch, wenn der Apparat im Fahrwasser liegt, unter Umständen eine Gefährdung der Schiffahrt veranlafst werden, weil der Fall eintreten kann, dafs der zerbrochene Meifsel von der Fangvorrichtung nicht mehr gefafst werden kann und dafs er dann den Felsenbrecher verhindert, seine Stelle zu verlassen und den ankommenden Schiffen auszuweichen. Bei der Sprengarbeit ist die zunehmende Härte des Gesteins viel weniger nachtheilig; wenn sich auch die Bohrleistung an sich vermindert, so ist anderseits die Sprengwirkung eine um so bessere, weil mit der Härte des Gesteins auch seine Sprödigkeit wächst. In dem festen Quarzit sind daher, wenn durch die örtlichen Verhältnisse die Anwendung starker Dynamitladungen gestattet wurde, viel weniger Nacharbeiten erforderlich gewesen, als im weicheren Schieferfelsen. Auch mit wachsender Höhe des zu beseitigenden Gesteins nimmt die Leistungsfähigkeit des Felsenbrechers rasch ab; wenn der Meifsel auf ein und derselben Stelle öfter zuschlagen mufs, verliert er beim Durchdringen des bereits vorhandenen Steinschuttes einen Theil seiner Kraft, bevor er auf den festen Felsen stöfst, und so tritt sehr bald eine Grenze ein, bei der die Wirkung überhaupt aufhört. Unvortheilhaft arbeitet der Apparat auch an solchen Stellen, wo das zu beseitigende Gestein nicht in gröfseren zusammenhängenden Flächen ansteht, sondern vereinzelte Felsspitzen zu beseitigen sind, wie das im Rhein vielfach vorkommt. Während hier der Taucherschacht die betreffenden Stellen mit versenktem Schachte befährt und so jede Felsspitze in kürzester Zeit gefunden und mit dem Schachte überdeckt werden kann, arbeitet der Felsenbrecher sehr unsicher, und das Gestein mufs daher auf viel umfangreicheren Flächen zerschlagen werden, als der vorliegende Zweck es eigentlich erfordert. An solchen Stellen, wo die Schiffahrt ein sehr häufiges und rasches Ausweichen erforderlich macht, wird die Arbeit dadurch erschwert und unter Umständen sogar gefährlich, dafs der Apparat nicht besonders beweglich ist. Eine Verbesserung in dieser Richtung hat insofern schon stattgefunden, als der Winde, welche die Seitwärtsbewegung bewirkt, nachträglich ein rascherer Gang gegeben wurde. Bei entsprechender Aenderung der betreffenden Maschine könnte in dieser Beziehung wohl noch mehr geschehen, jedoch wird man dem Felsenbrecher keineswegs dieselbe Beweglichkeit wie dem Taucherschachte geben können. Der letztere wird nämlich von seinen sämtlichen Ankerketten nur am Vorderschiff gefafst, er kann also, wenn er ausweichen soll, mittels des Steuerruders schräg gegen den Strom gestellt werden und giert dann unter der Einwirkung der Stromkraft rasch zur Seite, während die Ankerwinden eigentlich leer laufen und nur die Ketten aufwinden bezw. ablaufen lassen. Die Betriebsweise des Felsenbrechers dagegen bedingt es, dafs sowohl das Vorderschiff als auch das Hinterschiff zwischen Seitenketten eingespannt ist und dafs also der Apparat seine Richtung gegen den Strom nicht ändern kann; infolge dessen mufs er mittels der Ankerketten seitwärts gezogen werden, und zwar häufig gerade nach der Seite hin, von der aus der Druck des Stromes auf ihm lastet. Aus diesen Gründen ist der Felsenbrecher in der Regel nur an solchen Stellen verwandt worden, wo verhältnifsmäfsig wenig Störungen durch die Schiffahrt vorkamen und wo er insbesondere der Thalfahrt, der rasch ausgewichen werden mufs, möglichst wenig im Wege lag. An manchen Orten mufste auch deshalb von seiner Verwendung abgesehen werden, weil unmittelbar neben den zu beseitigenden Felsen die Flufssohle zu namhafter Tiefe abfiel, und weil deshalb der Verlust des Meifsels befürchtet werden mufste. Der Taucherschacht besitzt ferner den Vorzug, dafs er bei geringeren Felsmassen, wo es nicht der Mühe verlohnt, einen Bagger an Ort und Stelle zu verlegen, gleichzeitig auch die Förderung des gesprengten Gesteins übernimmt und dafs er, wenn der Schacht in Normalsohlentiefe gesenkt wird, dieselbe Arbeit verrichten kann, wie der Peilrahmen, sodafs man sich also nach Beendigung der Spreng- und Räumungs-

arbeit sofort überzeugen kann, ob die erstrebte Tiefe überall erreicht ist. Er leistet endlich sehr gute Dienste bei der Sprengung gesunkener Schiffe, beim Ausziehen alter Brückenpfähle, bei Verankerung von Bojen und Brückenschiffen in der Flufssohle und bei anderen Arbeiten dieser Art.

Bis zum Jahre 1890 war das gesprengte Gestein vorzugsweise durch die Taucherschächte abgeräumt worden. Da es sich damals nur um die Beseitigung geringfügiger Massen handelte, war auch die Fördereinrichtung der Taucherschächte eine höchst einfache; mittels einer Handwinde wurde der Steinschutt in kleinen Eimern, welche ein Mann tragen konnte, aus dem unter Wasser liegenden Arbeitsraume des Schachtes in die Höhe gehoben und durch die Luftschleusen hindurch nach aufsen geschafft. Für die bedeutenden Felsmassen, die bei der neuen Regulirung zu bewältigen waren, mufsten selbstverständlich vollkommenere Fördereinrichtungen geschaffen werden. So wurden zunächst bei dem im Jahre 1890 erbauten Taucherschachte IV die Fördereimer auf einen Fassungsraum von 0,14 cbm vergröfsert, und zum Heben derselben zwei mit Prefsluft betriebene Winden angebracht; die Beförderung der Eimer aus der oberen Abtheilung des Schachtes ins Freie erfolgt mittels einer Hängebahn. Der im Jahre 1892 erbaute Taucherschacht V wurde weiterhin verbessert und mit zwei Aufzügen von 0,60 cbm Fassungsraum versehen, die ihren Inhalt selbstthätig in besonders angeordnete Förderschleusen ausschütten. Man hatte ferner für die Baggerarbeit bereits Ende der achtziger Jahre einen Greifbagger beschafft, und da sich dieser gut bewährte, wurden später noch zwei weitere derartige Apparate erbaut. Es zeigte sich bald, dafs mit diesen Baggern auch die verbesserte Fördereinrichtung der Taucherschächte nicht in Wettbewerb treten konnte. Die mittlere Tagesleistung eines Greifbaggers bei 20 stündiger Arbeitszeit betrug im Quarzitgebirge 30 bis 35 cbm und im Schiefergebirge gegen 50 cbm. Die Taucherschächte vermochten derartige Massen nicht zu bewältigen, und dabei waren ihre Betriebskosten ungefähr $2^1/_2$ mal so grofs, ihre Beschaffungskosten sogar 7 mal so grofs als diejenigen der Greifbagger. Nachdem einige Versuche, den Steinschutt mit Eimerbaggern zu fördern, einen günstigen Verlauf genommen hatten, und da auch anderwärts in dieser Richtung günstige Erfahrungen gemacht worden waren, ging man im Jahre 1894 zu dieser Betriebsweise über. Zu diesem Zwecke wurden zwei kräftige Eimerbagger, die sich im Besitze der Rheinstrombauverwaltung befanden, mit einem Kostenaufwande von 140938 Mark vollständig umgebaut und ganz wesentlich verstärkt. Diese beiden Apparate haben sich in der Folge vorzüglich bewährt; die tägliche Leistung eines solchen beträgt in gesprengtem Schiefergestein bei zehnstündigem Betriebe im Durchschnitt gegen 150 cbm und hat sich auf günstigen Arbeitsfeldern gelegentlich bis über 400 cbm gesteigert. Dabei ist der Betrieb auch insofern ein günstiger, als die Eimer bei der Arbeit den Steinschutt vor sich herschieben, wobei es öfters vorkommt, dafs namhafte Massen unmittelbar in die neben den abzuräumenden Felsen befindlichen gröfseren Tiefen abstürzen. Unter solchen Umständen schreitet die Arbeit im Vergleich zu früher aufserordentlich rasch fort, und daher werden jetzt bei der Felsenbaggerung in der Regel nur noch die beiden verstärkten Eimerbagger benutzt, während die Greifbagger anderwärts im Bereiche der Rheinstrombauverwaltung Verwendung finden. Daneben fördern auch die Taucherschächte gesprengtes Gestein, wenn es sich um so geringe Massen handelt, dafs es nicht der Mühe lohnt, einen Bagger an Ort und Stelle zu verlegen. Da sich in denjenigen Stromstrecken, in denen zur Zeit gearbeitet wird, fast überall in der Nähe der Sprengfelder gröfsere Tiefen befinden, in denen man den Steinschutt ohne Bedenken verstürzen kann, so ist man seit einigen Jahren dazu übergegangen, die Förderung nicht mehr auf dem umständlichen Wege durch die Luftschleusen vorzunehmen, sondern es wird in der unteren Abtheilung des Schachtes aus Bohlen eine Ladebühne hergerichtet, auf ihr das Gestein abgelagert und, nachdem der Schacht an die Abladestelle gefahren ist, unmittelbar in die Tiefe verstürzt. In solcher Weise ist die Förderleistung der Schächte wesentlich verstärkt worden. An manchen Stellen auch, wo das Schiefergestein zu feinem Schutt zerschossen worden war, konnte es in der Weise in die benachbarten Tiefen geschoben werden, dafs man mit gesenktem Schachte einigemal über das Sprengfeld hin und her fuhr.

Die beseitigten Felsen bestanden in der oberen Strecke von Bingen bis Lorch aus einer sehr quarzreichen Grauwacke, dem sogenannten Quarzit, weiter abwärts aus Kieselschiefer. Daneben kamen hier und da auch Thonschiefer vor, besonders in der Gegend von Caub. Sämtliche Gesteine gehören der Devon-Formation an. Der Kieselschiefer war im allgemeinen von ziemlich grofser Festigkeit, der Quarzit von einer aufserordentlichen Härte, der Thonschiefer dagegen weicher. Fast überall war das Gebirge mehr oder weniger von ziemlich starken Quarzadern durchzogen, deren Bearbeitung natürlich besonders schwierig war. Von solchen Gesteinen wurden in der Zeit vom 1. April 1890 bis zum 30. Juni 1898 196899,57 cbm gesprengt und abgeräumt. Aufserdem sind vor dem Jahre 1890 bereits 60647 cbm beseitigt worden, sodafs sich die Gesamtleistung am 30. Juni 1898 auf 257546,57 cbm belief. Zur Zeit lagern ferner noch gegen 30000 cbm gesprengten Gesteins im Wasser und harren der Baggerung. An Kies, Gerölle und schweren Steinen wurden seit 1890 206513,14 cbm geräumt. Die angegebenen Zahlen bezeichnen die geförderten Massen in aufgelockertem Zustande.

Für diese Arbeiten sind seit dem Jahre 1890 verausgabt worden

1. an Arbeitslöhnen, für Betriebsmaterialien, Unterhaltung von Maschinen und Geräthen, kurz für alles, was zu dem eigentlichen Baubetriebe gehört	2443990,09 ℳ
2. für Neubeschaffung von Maschinen, Fahrzeugen und dergleichen . . .	1198914,31 „
3. für Vermessungsarbeiten, Bauleitung und Bauaufsicht	316960,52 „
Zusammen	3959864,92 ℳ.

Die Kosten, die für das Sprengen und Abräumen von 1 cbm Fels aufgewandt werden mufsten, berechnen sich hieraus wie folgt:

Die Baggerung von Kies, Gerölle und Steinen hat gegen 300000 ℳ gekostet, die von dem Betrage unter 1. abzusetzen sind. Da seit dem Jahre 1890 196899,57 cbm gesprengten Gesteins gebaggert worden sind und da zur Zeit

noch gegen 30000 cbm Steinschutt im Strome lagern, berechnen sich für 1 cbm Stein die unter 1. angegebenen Kosten des eigentlichen Baubetriebes zu

$$\frac{2443990{,}09 - 300000{,}00}{196899{,}57 + 30000{,}00} = 9{,}45 \text{ M},$$

ferner die Kosten für Neubeschaffung von Maschinen u. s. w. zu

$$\frac{1198914{,}31}{196899{,}57 + 30000{,}00} = 5{,}28 \text{ M}.$$

Diese Maschinen befinden sich heute noch durchweg im besten Zustande. Darunter sind fünf Bagger, zwei ziemlich kräftige Schraubenboote, sowie zahlreiche Baggerprähme, Kohlennachen und Fahrnachen, die die Rheinstrombauverwaltung auch künftig sehr gut verwenden kann. Auch die Taucherschächte und der Felsenbrecher werden zum Theil jedenfalls weitere Verwendung finden; war doch der Bedarf nach solchen Apparaten seither schon im ganzen Bereiche der Rheinstrombauverwaltung ein so grofser, dafs fast stets einige derselben aufserhalb der Felsenstrecke im Betrieb waren. Die für Beschaffung dieser Maschinen aufgewandten Kosten sind also hier nicht ganz in Rechnung zu stellen, sondern höchstens mit der Hälfte ihres Werthes. Unter dieser Voraussetzung berechnen sich die Kosten für das Sprengen und Abräumen von 1 cbm Fels zu 9,45 + 2,64 = 12,09 M. Bei Beurtheilung dieses Preises ist zu berücksichtigen, dafs die Arbeit durch mancherlei Umstände sehr erschwert wurde, nämlich durch die sehr lebhafte Schiffahrt, die durch die Regulirungsarbeiten nicht behindert werden durfte, die dagegen ihrerseits sehr viele Störungen im Baubetriebe herbeiführte, — ferner durch die zahlreichen am Strome gelegenen Ortschaften und Gebäude, die vielfach die Anwendung kräftiger Sprengladungen unmöglich machten, — durch die grofse Härte der Felsen und die fast senkrecht gerichtete Schichtung derselben, — durch die reifsende Strömung, — und endlich durch die grofse Breite des Stromes, sowie das in ihm lagernde Tauerei-Drahtseil, wodurch die häufig erforderliche Verlegung der Apparate und ihrer Verankerung erschwert und verzögert wurde. Es ist ferner zu berücksichtigen, dafs nicht aller Steinschutt zu Tage gefördert worden ist, sondern ein namhafter Theil desselben bei der Sprengung sowohl, als auch bei der Baggerung durch Absturz in die Tiefen verloren ging.

Die Regulirung der Felsenstrecke ist infolge der geschilderten Arbeiten nunmehr so weit vorgeschritten, dafs die erstrebte Fahrwassertiefe überall in mindestens 90 m Breite vorhanden ist. In der an Krümmungen reichen Strecke von Oberwesel bis St. Goar wird zur Zeit die Verbreiterung des Fahrwassers auf 120 m vorgenommen. Besonders günstig ist das Ergebnifs der Regulirung am Bingerloch ausgefallen, indem daselbst neben der planmäfsigen Vertiefung und Verbreiterung des Fahrwassers auch eine namhafte Verminderung der Schiffswiderstände eingetreten ist. Während nämlich früher die Schleppzüge an dieser Stelle fast ausnahmslos Pferdevorspann nahmen, ist dies heutzutage nur noch bei den schwächeren Schleppdampfern der Fall. Diese Erscheinung dürfte hauptsächlich darauf zurückzuführen sein, dafs unmittelbar oberhalb des Bingerloches der Wasserspiegel sich etwas gesenkt hat, und dafs dadurch das stärkste Gefälle auf 300 m Länge bei 1,50 m am Binger Pegel von 1:600 auf 1:680 ermäfsigt worden ist. Damit das vertiefte Fahrwasser von der Schiffahrt möglichst gut ausgenutzt werden kann, soll dasselbe demnächst in der ganzen Ausdehnung der Felsenstrecke mit Bojen bezeichnet werden.

Modellversuche über den Einflufs der Form und Gröfse des Canalquerschnittes auf den Schiffswiderstand.

(Mit Abbildungen auf Blatt 63 und 64 im Atlas.)

Beim Entwerfen eines Schiffahrtscanals pflegt man den Canalquerschnitt in seinen Abmessungen so zu gestalten, dafs überall zwei Schiffe bequem aneinander vorbeifahren können. Da die Seitenwände aus Erdböschungen bestehen und daher nicht lothrecht sondern flach geneigt sind, so wird die genannte Bedingung dahin ausgedehnt, dafs auch zwei beladene Schiffe weder einander noch die Uferböschungen berühren. Das führt zu der bekannten Grundform unserer Canalquerschnitte, dem Trapez, dessen Sohlenbreite gewöhnlich gleich der doppelten Schleusenweite zu sein pflegt und dessen Gröfse in der Regel zwischen dem $3^1/_2$- und $4^1/_2$fachen des gröfsten Schiffsquerschnittes schwankt. Abweichungen von der Trapezform werden in der Hauptsache bedingt durch die Art der Befestigung der Ufer gegen die Angriffe des Wellenschlages. So finden wir neben dem einfachen Trapez solche Querschnitte, bei denen die obere, in Wasserspiegelhöhe liegende Böschung mehr abgeflacht ist wie der unter Wasser liegende Theil, aber auch umgekehrt, wo der obere Theil der Böschung steiler angeordnet ist als der untere und dementsprechend auch eine weitergehende künstliche Befestigung erhalten hat. Wir finden Bermen über, in und unter Wasserspiegelhöhe, sodafs der sich nach ausgeführten Beispielen umsehende entwerfende Ingenieur eine nur allzu reichliche Wahl hat und infolge dessen in seinen Festsetzungen mehr oder minder schwanken wird. Wohl wird eine Anzahl von Vergleichsentwürfen aufgestellt, um auf Grund von vergleichenden Kostenanschlägen den in Ausführung und Unterhaltung vortheilhaftesten Querschnitt herauszufinden. Aber auch das ist unsicher, da uns Erfahrungen über das Verhalten der verschiedenen Uferbefestigungen gegen die Angriffe des Wellenschlages in Canälen mit Schnellbetrieb — etwa 5 km Fahrgeschwindigkeit in der Stunde — in ausreichendem Mafse noch nicht zur Verfügung stehen. Vor allem aber fehlte es bisher immer noch an zuverlässigen Unterlagen für die Beantwortung der beiden wichtigen hier auftretenden Fragen nach dem Einflusse der Form und Gröfse des Canalquerschnittes auf den Schiffswiderstand. Das ist im wesentlichen dem Umstande zuzuschreiben, dafs hier die wissenschaftliche Rechnung gänzlich versagt und man auf den Weg des Versuches angewiesen ist.

Die bisher angestellten Versuche liefern wohl werthvolle Beiträge für die Beantwortung dieser beiden Fragen, bieten aber keine genügende und hinreichend sichere Unterlage beim Entwerfen der Canalquerschnitte. Sollen Versuche zu brauchbaren und allgemein gültigen Ergebnissen führen, dann sind sie streng planmäfsig und folgerichtig geordnet anzustellen. Das schliefst Versuche im grofsen wegen der damit verbundenen aufserordentlich hohen Kosten praktisch aus. Somit bleibt nur der Versuch im kleinen, der Modellversuch, übrig. Wenn derselbe bisher auf diesem Gebiete noch nicht beschritten worden ist — es ist m. W. nur bei den wenigen vor bereits mehr denn 70 Jahren angestellten Modellversuchen Dubuats über den Einflufs der Gröfse des Canalquerschnittes auf den Schiffswiderstand geblieben —, so liegt das daran, dafs gegen Modellversuche immer noch grofse Bedenken herrschen, dafs man immer noch bezweifelt, ob man die mit Modellen erhaltenen Ergebnisse in die Wirklichkeit übertragen kann. In der Erkenntnifs jedoch, dafs nur der Modellversuch die aufgeworfenen Fragen in praktisch brauchbarer Weise beantworten kann, setzte ich mich im vorigen Jahre mit dem damaligen Generaldirector der Gesellschaft Kette, Herrn Bellingrath, wegen der Vornahme von Modellversuchen deshalb in Verbindung, weil die genannte Gesellschaft auf ihrer Werft Uebigau bei Dresden eine Versuchsanstalt zum Messen von Schiffswiderständen besitzt. Dank dem überaus grofsen Entgegenkommen des Herrn Bellingrath wurde mir diese Versuchsanstalt für die Vornahme eigener Versuche zur Verfügung gestellt. Die nachstehend beschriebenen Versuche gelangten im Herbste des vorigen Jahres und im Frühlinge dieses Jahres zur Ausführung.

Die Uebigauer Versuchsanstalt und die Versuchsvorrichtung.

Die Uebigauer Versuchsanstalt, Abb. 2 bis 4 Bl. 63, besteht aus einem 63 m langen, 1,38 m tiefen und im Mittel 6,5 m breiten ausbetonirten und nach Belieben mit Wasser auszufüllenden Becken, über welches der Länge nach ein Laufgleis von 0,566 m Spurweite in der aus den Abbildungen ersichtlichen Weise geführt ist. Auf dem Gleise läuft ein Wagen, Abb. 5 Bl. 63, mit welchem das Schiffsmodell verbunden wird, dessen Widerstand gemessen werden soll. Mit dem Wagen ist ein hölzernes, der Höhe nach verstellbares Lattengerüst fest verbunden. Zwischen den beiden unteren Enden dieses Lattengerüstes ist durch Vermittlung zweier einander genau gleichwerthiger Spiralfedern *a* ein Stahldraht *b* eingespannt, an dem durch eine Klemmvorrichtung *c* ein Stahlband *d* befestigt ist. Dieses Stahlband wird über drei feste Rollen *e*, *f* und *g* über die obere Wagentafel geführt und durch ein Gegengewicht *h* in einer gewissen Spannung erhalten. Zwischen *e* und *f* wird das Stahlband in einer Blechröhre geführt (in der Abb. 5 Bl. 63 nicht dargestellt), um den Einflufs des Windes von demselben fernzuhalten. Ein oben an dem Stahlband angebrachter Laufschlitten *i* trägt einen Schreibstift α. Unter diesem Schreibstifte befindet sich eine mit Papier umwickelte Trommel *k*, die durch ein Uhrwerk *l* in Umdrehung versetzt wird. Auf dem Schiffsmodell ist genau in seiner Längenachse eine hölzerne Latte *m* aufgeschraubt, die zwei mit Klemmvorrichtungen versehene Eisenstifte *n* trägt. Mit Hülfe dieser Klemmvorrichtungen wird der Draht *b* und damit der Wagen mit dem Schiffsmodell verbunden. Die schon durch die Einspannung zwischen den beiden Spiralfedern bewirkte Geradführung des Schiffes wird noch unterstützt durch ein fest mit dem letzteren verbundenes, aus einer dünnen Blechplatte bestehendes Steuer *o*. Es ist besonders hervorzuheben, dafs auf diese Weise eine gänzlich reibungslose Geradführung des Schiffes erreicht worden ist. Ueber der Trommel *k* befinden sich noch zwei andere Schreibstifte β und γ, die in den Stromkreis einer auf dem anderen Ende des Wagens befindlichen Batterie *p* eingeschaltet werden. Alsdann wird in dem neben dieser Batterie aufgestellten Uhrwerke *q* bei jeder halben Secunde ein Stromschlufs hervorgerufen, der den Stift β zu einer entsprechenden Zeichengebung veranlafst, während der Stift γ nur dann ein besonderes Zeichen schreibt, wenn der an dem Wagen angebrachte Schleifcontact *r* einen Stromschlufs dadurch hervorruft, dafs er über Eisenbügeln, die neben einer der Laufschienen alle 2 m angebracht sind, schleift. (Vgl. auch Abb. 4 Bl. 63.)

Die Handhabung der ganzen Vorrichtung ist nun die folgende. Zunächst wird die Trommel *k* mit Hülfe des Uhrwerkes *l* in Umdrehung versetzt, sodafs der Schreibstift α auf der Trommel eine gerade Linie, die sogenannte Nulllinie beschreibt. Alsdann wird das Schiff mit dem Wagen mit Hülfe der Klemmvorrichtungen *n* fest verbunden. Nunmehr wird der Wagen, nachdem auch die Uhr *q* aufgezogen und die Batterie *p* eingeschaltet ist, in Bewegung gesetzt. Anfänglich wird das Schiff so lange zurückbleiben, bis die beiden Spiralfedern *a* die dem Schiffswiderstande entsprechende Spannung angenommen haben. Da die Spiralfedern gleichwerthig sind, so wird hierbei die vordere Feder um genau soviel gedehnt, als die hintere sich zusammenzieht. Der Schreibstift α mufs sich gleichzeitig natürlich um dasselbe Mafs von der anfangs geschriebenen Nulllinie entfernen. Die auf dem Papier abzugreifende entsprechende Ordinate verzeichnet aber, da sie der Dehnung nur einer Feder entspricht, die Wirkungen beider Federn sich aber summiren, den halben Widerstand. Die Federn werden vorher sorgfältig geaicht, sodafs man weifs, wie viel Gramm Widerstand einer Dehnung von 1 mm entspricht. Gleichzeitig schreiben die beiden anderen Stifte β und γ Zeit und Weg auf, sodafs man auf dem sich abwälzenden Papier der Trommel nach Beendigung einer Versuchsfahrt den halben Widerstand und die zugehörige Geschwindigkeit als selbstgeschriebene Zeichnung erhält. Die Bewegung des Wagens konnte bei den nur geringen Geschwindigkeiten meiner Versuche von Hand erfolgen. Bei einiger Uebung ist es leicht, mit gleichförmiger Geschwindigkeit den Wagen zu bewegen. Man hat nur darauf zu sehen, dafs der Widerstandsschreiber α in derselben Höhe verbleibt: man geht gewissermafsen auf gleichen Widerstand. Aus dem so erhaltenen bis 50 m langen Wege der Zeichnung greift man zur weiteren Auswerthung das — möglichst lange — Stück heraus, welches die geringsten Schwankungen der Widerstandscurve aufweist.

Hinzuweisen wäre endlich noch auf eine Vorrichtung, die in einfachster Weise eine beim Anhalten sonst leicht entstehende übermäfsige Dehnung der Spiralfedern verhindert: auf dem Steuer sind zwei Querhölzer *s* aufgeschraubt, gegen die das nach unten verlängerte Ende *t* des Lattengerüstes

anschlagen und so die Federdehnung begrenzen kann. Selbstredend mufs der Spielraum zwischen diesen beiden Querhölzern so bemessen sein, dafs die beim Fahren sich einstellenden Dehnungen sich ungehindert vollziehen können.

Uebertragung der Ergebnisse der Modellversuche ins grofse.

Bei der Uebertragung der Ergebnisse der Modellversuche ins grofse habe ich mich des folgenden von dem i. J. 1879 verstorbenen Schiffsbaumeister William Froude eingeschlagenen Verfahrens bedient. Bezeichnet m das Verhältnifs, in welchem das Schiff gröfser ist als das geometrisch ähnliche Modell, V die Geschwindigkeit des Schiffes, v die entsprechende Geschwindigkeit des Modells, so ist zunächst

$$V = v\sqrt{m},$$

und ist w der Widerstand des Modells für die Geschwindigkeit v, so ist der Widerstand des Schiffes W für die Geschwindigkeit V, abgesehen von einer sogleich zu erörternden Berichtigung

$$W = w \cdot m^3.$$

Diese Berichtigung bezieht sich auf den Reibungswiderstand. Man hat früher geglaubt, den Reibungswiderstand zwischen Wasser und eingetauchter Schiffsfläche vernachlässigen zu können. M. W. hat in Deutschland Redtenbacher zum ersten Male in seinem 1865 erschienenen Maschinenbau es ausgesprochen, dafs neben dem sogenannten Formwiderstande noch die Reibung des Wassers an dem eingetauchten Theile der Schiffsoberfläche einen Widerstand verursache, der viel beträchtlicher sei, als man bis dahin angenommen habe. Redtenbacher berechnet auch diesen Reibungswiderstand wie denjenigen des in einem Canale fliefsenden Wassers. Er gelangt auf Grund seiner Rechnungen, für die ihm Versuchsfahrten von Dampfschiffen eine Unterlage boten, zu dem bemerkenswerthen Ergebnisse, dafs der Widerstand von Dampfschiffen vorzugsweise durch die Reibung des Wassers an der Schiffshaut hervorgebracht wird. Auch Rankine hat bereits 1861 die Ansicht ausgesprochen, dafs bei einem gut geformten Schiffe der Widerstand fast ausschliefslich von der Reibung des Wassers an der Schiffshaut gebildet würde. Die von ihm demgemäfs aufgestellte Formel enthält den Reibungscoefficienten nach den Versuchen Weisbachs.

Vor allem aber ist es Froude, dem es vorbehalten war, diesen Punkt durch seine grofsartigen Versuche aufzuhellen. Es sei an dieser Stelle besonders aufmerksam gemacht auf einen Vortrag „Ueber den Bewegungswiderstand der Schiffe“, den Froude 1876 gehalten hat und der in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleifses desselben Jahres zur Kenntnifs der deutschen Fachleute gebracht worden ist. Mit grofser Klarheit wendet sich hier Froude gegen die alte falsche Theorie des Kopfwiderstandes, die allen Widerstand von der Trägheit des Wassers, das dem Schiffsquerschnitte entgegenwirkt, ableitete. Er legt mit Hülfe der sogen. Stromlinientheorie dar, dafs die Trägheit einer reibungslosen Flüssigkeit der Bewegung eines untergetauchten Körpers keinen Widerstand darzubieten vermag, indem die infolge der Trägheit gegen den Körper auftretenden Kräfte diesen genau ebenso stark vorwärts als rückwärts treiben, und dafs, wenn der Körper sich durch eine nicht reibungslose Flüssigkeit, wie das Wasser, oder an der Oberfläche desselben bewegt, dieses Gleichgewicht mehr oder minder zerstört wird durch die Wirkung von Ursachen, die gänzlich unabhängig sind von der Gröfse des Mittelschiffquerschnittes oder dem Querschnitte der Schiffsbahn. Froude hat nun umfassende Reibungsversuche mit dünnen hochkantig durchs Wasser gezogenen Planken von verschiedener Oberflächenbeschaffenheit und Längen von 0,61 m bis 15,24 m angestellt und so durch Versuche erforscht den Einflufs

1) der Geschwindigkeit,
2) der Länge der Planken und
3) ihrer Oberflächenbeschaffenheit.

Die Froudeschen Versuche ergaben, dafs der Reibungswiderstand sich nahezu mit dem Quadrate der Geschwindigkeit ändert und dafs ferner die Länge der Planken einen wichtigen Antheil an dem mittleren Widerstande für die Flächeneinheit hat, in dem Sinne, dafs dieser Widerstand mit der wachsenden Gröfse der benetzten Oberfläche abnimmt. Dieses erklärt sich einfach daraus, dafs bei der Bewegung der Planke nur die vorderen Theile derselben mit ruhendem Wasser in Berührung kommen, während die in der Nähe des hinteren Endes Wasser treffen, das durch die Reibung an den vorangehenden Theilen eine Bewegung in derselben Richtung angenommen hat, sodafs die relative Geschwindigkeit der weiter rückwärts gelegenen Flächenelemente mit Bezug auf das Wasser, an dem sie sich reiben, kleiner ist. Froude hat ferner auf dem Wege des Versuchs den Nachweis geliefert, dafs der Reibungswiderstand eines Schiffsmodells ebenso grofs ist wie der einer ebenen Fläche von demselben Inhalte wie die benetzte Oberfläche des Modells und derselben Länge.

In den Jahren 1875/76 sind nun von Tidmann in Amsterdam — ich verdanke diese Mittheilung Herrn Marine-Baurath E. Krieger in Wilhelmshaven — Versuche über die Gröfse des Reibungswiderstandes mit Paraffin-Modellen gemacht worden. Bei diesen Versuchen wurden Modelle von 0,60 m bis 6 m Länge verwandt.

Die nach diesen Versuchen abgeleitete Gleichung für den Reibungswiderstand hat die Form

$$R = z\,\gamma\,O\,v^x,$$

in welcher bedeuten:

R den Reibungswiderstand in kg,
γ das Gewicht des Wassers in t/cbm,
O die benetzte Schiffsoberfläche in qm,
v die Schiffsgeschwindigkeit in m/sec,
z und x Coefficienten, die nach Froude und Tidmann abhängig sind von der Schiffslänge und Oberflächenbeschaffenheit. Die Tidmannschen Versuchsergebnisse sind nun zur Aufstellung von Tabellen für z und x für wirkliche Schiffe mit verschiedenartiger Bodenbeschaffenheit verwandt worden, wie sie u. a. auch in der „Hütte“, 16. Aufl., II S. 413 mitgetheilt worden sind. Die von Froude für Planken mit gefirnifster Oberfläche erhaltenen Werthe — meine Modelle sind in Oelfarbe gestrichen — sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt, die ich ebenfalls Herrn Marine-Baurath Krieger verdanke.*)

*) Vgl. Pollard et Dudebout, *Théorie du navire*, Band III S. 372 u. 373 (Paris, Gauthier-Villars et Fils).

Länge der Planke in der Wasserlinie m	z*)	x
0,61	0,215 bis 0,205	2,000
2,44	0,202 „ 0,164	1,850
6,10	0,173 „ 0,149	1,850
15,24	0,159 „ 0,144	1,829

Unter Zugrundelegung dieser Tabelle habe ich nun eine Curve für z entworfen, Abb. 14 Bl. 64, während ich die Werthe für x nach vorstehender Tabelle für Modelllängen, in der Wasserlinie gemessen, von 2,44 bis 6,10 m gleichmäfsig = 1,85 und für die Länge von 0,61 m = 2 angenommen habe. Zwischenwerthe von x sind durch Einmittlung gewonnen.

Zur Erläuterung des nach vorstehenden Grundsätzen für die Auswerthung von Modellversuchen einzuschlagenden Verfahrens bediene ich mich eines Vorversuches, den ich anstellte, um die Richtigkeit und Zulässigkeit dieses Verfahrens zu prüfen. Der französische Chefingenieur De Mas hat im Auftrage seiner Regierung und unter Aufwendung beträchtlicher Mittel — die Kosten seiner Versuche sollen über 80000 ℳ betragen haben — in den Jahren 1890—1895 Versuche im grofsen über den Schiffswiderstand angestellt, deren Ergebnisse in dem schönen Werke „Recherches expérimentales sur le matériel de la batellerie“ vorliegen und überdies durch auszugsweise Mittheilungen auf den letzten Schiffahrts-Congressen bekannt gegeben sind. Unter anderem hat De Mas Versuche gemacht mit einer „Flûte“ Alma (Tafel XI a. a. O.). Diese Versuche wurden angestellt in einer Haltung der canalisirten Seine für verschiedene Tauchungen und verschiedene Rauhigkeit der eingetauchten Schiffsoberfläche, um zu erforschen einmal die Abhängigkeit des Zugwiderstandes von der Tauchtiefe und dann von dem Rauhigkeitsgrade der Schiffshaut. Da nun meine Versuche, wie weiter unten begründet werden wird, in dem Modellmafsstabe 1:16 angestellt werden mufsten, so habe ich mir von der „Alma“ ein genaues Modell in 1:16 anfertigen lassen und dessen Widerstand in dem 1 m hoch mit Wasser angefüllten Becken ermittelt. Beide

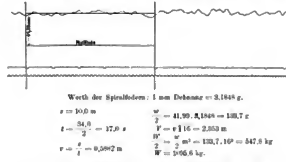


Abb. 1. Versuchsfahrt Nr. 2 mit dem Modell der „Alma“.

Versuche sind daher als unter den gleichen äufseren Umständen, d. h. im unbegrenzten Wasser angestellt, anzusehen. Um die von De Mas innerhalb der Geschwindigkeiten 1 m und 2,5 m gewonnenen Widerstandswerthe zu erhalten, mufste ich nach dem oben gesagten die Versuchsfahrten ungefähr innerhalb der „entsprechenden“ Geschwindigkeiten

$$\frac{1,0}{\sqrt{16}} = 0,25 \text{ m} \quad \text{und} \quad \frac{2,5}{\sqrt{16}} = 0,625 \text{ m}$$

anstellen. Es sind für die Modelltauchung = 0,10 m, entsprechend der Tauchung des Schiffes von 1,6 m, 20 Versuchsfahrten ausgeführt worden. Dabei ist jede Versuchsfahrt so ausgewerthet wie es vorstehende Text-Abb. 1 zeigt.

Die mit dem Planimeter ermittelte Ausgleichungsgerade der Widerstandslinie ist um 41,99 mm von der „Nulllinie“ entfernt. Alles übrige erklärt sich ohne weiteres aus den der Zeichnung beigefügten Bemerkungen.

Fahrt Nr.	V m	W kg	Fahrt Nr.	V m	W kg	Fahrt Nr.	V m	W kg
1	2,597	1355,2	8	1,754	604,8	15	1,201	315,2
2	2,353	1095,6	9	1,666	553,6	16	1,225	308,6
3	2,235	1004,0	10	1,666	563,6	17	1,120	262,4
4	2,094	859,0	11	1,639	549,8	18	1,117	230,2
5	2,051	802,2	12	1,365	361,0	19	1,067	195,6
6	2,025	790,0	13	1,256	325,8	20	1,057	177,8
7	1,684	542,0	14	1,190	307,0			

Vorstehende Tabelle giebt die vom Modell ins grofse umgerechneten Ergebnisse der Versuchsfahrten. Die diesen Versuchsergebnissen entsprechende Widerstandscurve ist die in Abb. 13 Bl. 64 ausgezogene Linie.

Die Berichtigung dieser Curve unter Berücksichtigung des gegenüber dem Schiffe relativ gröfseren Reibungswiderstandes des Modells macht nun folgendes Verfahren erforderlich.

$$R = z \cdot \gamma O v^x$$

Schiff $L_w = 37,99$ m $O = 307,0$ qm $x = 1,829$ $z = 0,1541$	Modell $L_w = 2,374$ m $O = 1,199$ qm $x = 1,858$ $z = 0,197$
1) $V = 1,0$ m. $R = 0,1541 \cdot 1,0 \cdot 307,0 \cdot 1,0^{1,829} = 47,30$ kg	1) $v = 0,25$ m. $R = 0,197 \cdot 1,0 \cdot 1,199 \cdot 0,25^{1,858} = 0,018$ kg $0,018 \cdot 16^3 = 73,6$ kg Unterschied = 73,6 — 47,3 = 26,3 kg
2) $V = 1,50$ m. $R = 0,1541 \cdot 1,0 \cdot 307,0 \cdot 1,5^{1,829} = 99,3$ kg	2) $v = 0,375$ m. $R = 0,197 \cdot 1,0 \cdot 1,199 \cdot 0,375^{1,858} = 0,038$ kg $0,038 \cdot 16^3 = 156,4$ kg Unterschied = 156,4 — 99,3 = 57,1 kg
3) $V = 2,0$ m. $R = 1,1541 \cdot 1,0 \cdot 307,0 \cdot 2,0^{1,829} = 168,1$ kg	3) $v = 0,50$ m. $R = 0,197 \cdot 1,0 \cdot 1,199 \cdot 0,5^{1,856} = 0,065$ kg $0,065 \cdot 16^3 = 266,9$ kg Unterschied = 266,9 — 168,1 = 98,8 kg
4) $V = 2,5$ m. $R = 0,1541 \cdot 1,0 \cdot 307,0 \cdot 2,5^{1,829} = 252,8$ kg	4) $v = 0,625$ m. $R = 0,197 \cdot 1,0 \cdot 1,199 \cdot 0,625^{1,858} = 0,099$ kg $0,099 \cdot 16^3 = 404,0$ kg Unterschied = 404,0 — 252,8 = 151,2 kg

Da die den betreffenden Geschwindigkeiten entsprechenden Widerstandswerthe um die so erhaltenen Unterschiede zu vermindern sind, so habe ich diese Unterschiede von den ausgezogenen Curven, Abb. 13 Bl. 64, nach unten abgetragen und damit die strichpunktirte Curve erhalten. In dieselbe Abbildung ist die von De Mas erhaltene Curve gestrichelt eingetragen. Aus dieser Zeichnung ergiebt sich folgende Tabelle:

*) Die kleineren Werthe von z gelten für das hintere Ende der Planken, wo die bereits in Bewegung befindlichen kleinen Wassertheilchen keinen so grofsen Widerstand mehr ausüben wie die unbewegten am vorderen Ende.

V = m	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
1) De Mas W = kg	54	162	355	664	1119
2) Modell W = kg	54	162	385	675	1090
Unterschied in v. H.	± 0	± 0	+ 8,45	+ 1,66	− 2,59

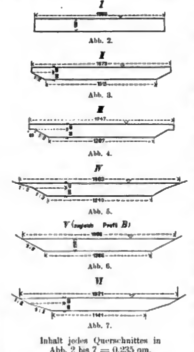
Unterschied im Mittel = + 1,5 v. H.

Damit ist, wie ich glaube, auf das schlagendste der Nachweis dafür erbracht, dafs Modellversuchen, in der richtigen Weise ausgewerthet, derselbe Werth beizumessen ist wie Versuchen im grofsen.

Die Versuche über den Einflufs der Form des Canalquerschnittes.

Die Festsetzung der von mir untersuchten Querschnittsformen wurde durch folgende Erwägungen bedingt. Da die Versuche den Einflufs der Form der Ufer klar stellen sollten, so enthalten die von mir untersuchten Querschnitte nur die Uferform als Variable, wenn ich so sagen darf: Querschnittsgröfse und Wassertiefe sind constant, sodafs die Veränderung der Uferform nur eine solche der Breite bedingt. Die Querschnittsgröfse legte ich auf rund 60 qm fest im Anhalt an den Querschnitt des Dortmund-Ems-Canals mit 58,5 qm. Der Modellmafsstab ergab sich aus dem Umstande, dafs die Querschnitte zwischen den eisernen Säulen, vgl. Abb. 4 Bl. 63, eingebaut werden mufsten, zu 1 : 16. Danach sind die in Text-Abb. 2 bis 7 dargestellten Querschnitte entworfen worden. Die Ausführung derselben erfolgte in der ganzen Längenausdehnung des Beckens, also in rund 60 m Länge, so, dafs zunächst der mit einem Längengefälle angelegte Beckenboden durch eine Sandschicht genau wagerecht abgeglichen wurde, die für alle Querschnitte die Sohlenbegrenzung abgab. Seitlich sind die Querschnitte durch rauhe hölzerne Bretter, die auf entsprechenden Binderrahmen aufgenagelt waren, begrenzt worden.

Als **Versuchsschiff**, Abb 1 Bl. 63, ist benutzt worden das im Mafsstabe 1 : 16 angefertigte Modell eines solchen von 63 m Länge über den Steven, 8 m Breite im Hauptspant und 2 m Tiefgang. Es ist nach dem Modell **Klepsch**, Löffelform an den Steven und parallele Seitenwände, construirt und besitzt bei einer Völligkeit von 0,892 eine Ladefähigkeit von 736 t. Danach ergiebt sich das Verhältnifs des Canalquerschnittes F zum eingetauchten gröfsten Schiffsquerschnitt f zu 3,79, nebenbei zufällig fast dasselbe Verhältnifs wie beim vertieften und erweiterten Oder-Spree-Canal.



Inhalt jedes Querschnittes in Abb. 2 bis 7 = 0,235 qm.

Bei den Versuchsfahrten bin ich nun davon ausgegangen, dafs die für unsere Canalschiffahrt praktisch in Frage kommenden Geschwindigkeiten zwischen 1 und 2 m in der Secunde — 3,6 bis 7,2 km in der Stunde — betragen. Beispielsweise ist in den amtlichen Vorarbeiten für unsere Canäle für den eigentlichen Frachtenverkehr eine gröfste Geschwindigkeit von 5 km in der Stunde oder 1,4 m in der Secunde angenommen. Ich glaube auch nicht, dafs man in unseren Canälen mit grofsen Frachtschiffen mehr wird erreichen können. Nach dem im vorigen Abschnitt gesagten waren also bei dem Modellmafsstab $m = 1 : 16$ die Versuchsfahrten innerhalb der „entsprechenden" Geschwindigkeiten

$$\frac{1}{\sqrt{16}} = 0,25 \text{ m und } \frac{2}{\sqrt{16}} = 0,50 \text{ m.}$$

Querschnitt Nr.

Fahrt Nr.	I		II		III		IV		V		VI		Unbegrenztes Wasser	
	V m	W kg	V m	W kg	V m	W kg	V m	W kg	V m	W kg	V m	W kg	V m	W kg
1	2,062	3223,6	2,051	3072,0	1,905	2704,0	2,028	2854,0	1,946	2845,0	2,028	2916,0	2,336	1784,6
2	2,039	3174,0	2,021	2940,6	2,000	2980,0	1,948	2886,0	1,954	2880,0	1,982	3065,4	2,037	1343,2
3	2,059	3070,2	2,040	2944,4	2,020	2950,0	2,018	2867,2	2,000	2942,0	2,000	2954,0	1,943	1255,2
4	2,062	3038,8	2,025	2942,0	2,000	2950,8	2,000	2896,0	1,736	2060,0	1,975	3004,0	1,384	656,4
5	1,778	1840,2	2,029	2958,0	2,017	2956,8	1,979	2931,6	1,720	2020,8	1,982	3058,0	1,633	827,4
6	1,670	1679,4	1,695	1811,6	1,758	1848,8	1,871	2302,0	1,680	1874,6	1,652	1806,0	1,134	398,8
7	1,623	1494,0	1,613	1585,4	1,550	1605,0	1,659	1519,0	1,700	1911,6	1,638	1761,0	1,286	528,2
8	1,641	1514,6	1,616	1572,4	1,580	1617,4	1,600	1725,2	1,717	1912,6	1,644	1733,2	0,939	261,2
9	1,626	1578,2	1,584	1606,2	1,584	1595,0	1,740	1816,6	1,422	1248,6	1,632	1787,8	1,017	327,6
10	1,130	614,6	1,600	1592,0	1,575	1569,8	1,672	1800,6	1,221	813,2	1,627	1780,6	0,990	281,6
11	1,085	604,4	1,117	657,8	1,096	661,4	1,692	1808,8	1,166	795,4	1,231	925,2	1,016	268,8
12	1,081	574,8	1,103	611,0	1,008	534,8	1,436	1280,8	1,173	813,2	1,208	947,6	0,970	283,2
13	1,204	660,8	1,093	621,6	1,061	698,2	1,290	950,0	1,143	752,8	1,208	947,6	—	—
14	1,111	629,2	1,136	705,0	0,853	409,4	1,046	601,0	0,909	427,0	1,210	900,4	—	—
15	0,846	334,6	1,176	741,6	0,815	299,6	1,200	776,8	0,826	419,0	1,148	838,0	—	—
16	0,777	232,8	1,151	675,4	0,724	234,2	0,960	560,0	0,736	242,8	0,851	377,4	—	—
17	0,800	249,0	0,921	367,2	0,818	308,8	0,836	431,2	0,681	256,0	0,806	371,2	—	—
18	0,846	363,0	0,826	340,2	1,116	766,6	0,825	415,0	0,600	238,8	0,869	384,2	—	—
19	0,840	330,6	0,780	231,2	0,785	345,6	0,756	322,8	—	—	0,840	355,2	—	—
20	—	—	0,720	277,4	—	—	0,760	353,2	—	—	1,045	637,6	—	—
21	—	—	0,792	255,4	—	—	—	—	—	—	1,200	820,0	—	—
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,641	1815,2	—	—

vorzunehmen. Um jedoch die den Grenzgeschwindigkeiten entsprechenden Widerstände genauer zu erhalten, sind die Versuchsfahrten auch auf kleinere und gröfsere Geschwindigkeiten ausgedehnt. Für jeden Querschnitt sind etwa 20 Fahrten ausgeführt worden, indem ich mit der gröfsten Geschwindigkeit anfing und allmählich auf die kleinste heruntergirg. Endlich habe ich noch zum Vergleiche des Widerstandes im Canal mit dem im offenen unbegrenzten Wasser Versuchsfahrten angestellt in dem freien 1 m hoch mit Wasser angefüllten Becken.

Die Tabelle auf S. 663 unten giebt die vom Modell ins grofse umgerechneten Ergebnisse der Versuchsfahrten, während in Abb. 1 bis 7 Bl. 64 die entsprechenden Widerstandscurven gestrichelt und die unter Berücksichtigung des relativ gröfseren Reibungswiderstandes des Modells berichtigten Curven ausgezogen sind. Diese Berichtigung erfolgte nach dem im vorigen Abschnitt erläuterten Verfahren auf Grund der nachfolgenden Rechnungsergebnisse.

$$R = x \cdot \gamma \cdot O \cdot v^2 .$$

Schiff $L_w = 62,47$ m $O = 670,0$ qm $x = 1,829$ $z = 0,1512$	Modell $L_w = 3,904$ m $O = 2,617$ qm $x = 1,85$ $z = 0,1846$
1) $V = 1,00$ m. $R = 101,3$ kg	1) $v = 0,250$ m $R \cdot 16^3 = 152,3$ kg. Unterschied = 51,0 kg
2) $V = 1,25$ m. $R = 152,6$ kg	2) $v = 0,3125$ m $R \cdot 16^3 = 219,7$ kg. Unterschied = 67,1 kg
3) $V = 1,50$ m. $R = 212,6$ kg	3) $v = 0,375$ m $R \cdot 16^3 = 322,4$ kg. Unterschied = 109,8 kg
4) $V = 1,75$ m. $R = 281,9$ kg	4) $v = 0,4375$ m $R \cdot 16^3 = 428,7$ kg. Unterschied = 146,8 kg
5) $V = 2,00$ m. $R = 359,9$ kg	5) $v = 0,500$ m $R \cdot 16^3 = 548,9$ kg. Unterschied = 189,0 kg

A. Tabelle über den Zugwiderstand in den Canalquerschnitten und im unbegrenzten Wasser.

Geschwindigkeit V m	Querschnitt Nr. und Widerstand in kg						Unbegrenztes Wasser kg	Bemerkungen
	I kg	II kg	IV kg	III kg	V kg	VI kg		
1,00	427	439	497	507	519	519	251	Der Wasserquerschnitt verhält sich zum Schiffsquerschnitt in den Querschnitten wie $\frac{3,79}{1}$, im unbegrenzten Wasser wie $\frac{97,6}{1}$
1,25	733	803	821	847	867	887	423	
1,50	1116	1246	1246	1300	1310	1328	614	
1,75	1695	1837	1845	1913	1915	1953	849	
2,00	2601	2641	2711	2731	2831	2871	1121	

B. Tabelle der Wasserspiegelbreiten der Canalquerschnitte.

Querschnitt Nr.						
I m	II m	III m	V m	VI m	IV m	
1,566	1,675	1,747	1,866	1,921	1,963	
± 0	+ 7,0	+ 11,6	+ 19,2	+ 22,7	+ 25,4	Unterschied in v. H.

C. Tabelle der benetzten Umfänge.

Querschnitt Nr.						
II m	I m	III m	V m	VI m	IV m	
1,837	1,866	1,909	1,936	1,979	2,025	
± 0	+ 1,5	+ 3,9	+ 3,5	+ 7,7	+ 10,2	Unterschied in v. H.

D. Tabelle über das Verhältnifs des Zugwiderstandes in den Canalquerschnitten zu dem im unbegrenzten Wasser.

$$C = \frac{W_1}{W_2} .$$

V m	I	II	IV	III	V	VI	Bemerkungen
1,00	1,70	1,75	1,98	2,00	2,07	2,07	Ist W_1 der Zugwiderstand im Canal, W_2 der im unbegrenzten Wasser, dann ist: $W_1 = C \cdot W_2$, $C = \frac{W_1}{W_2}$.
1,25	1,73	1,90	1,94	2,00	2,05	2,10	
1,50	1.82	2,03	2,03	2,12	2,13	2,16	
1,75	2,00	2,16	2,17	2,25	2,26	2,30	
2,00	2.32	2,36	2,42	2,44	2,53	2,56	

Des ferneren sind die Versuchsergebnisse in den vorstehenden vier Tabellen zusammengetragen. Ich habe die Querschnitte geordnet nach drei Richtungen:

1. Nach dem Gesamtwiderstande (Tabelle A.),
2. Nach den Wasserspiegelbreiten (Tabelle B.),
3. Nach dem benetzten Umfange (Tabelle C.).

Endlich habe ich noch in Tabelle D. das Verhältnifs des Zugwiderstandes in den Canalquerschnitten zu dem im unbegrenzten Wasser zusammengestellt.

Bevor ich die Ergebnisse dieser Tabellen beleuchte, möge eine kurze Bemerkung allgemeiner Natur über den Einflufs der Form des Canalquerschnitts auf den Schiffswiderstand Platz finden. Zur Herstellung des in einem Canale durch die Bewegung eines Schiffes gestörten Gleichgewichts mufs die von dem Schiffe verdrängte Wassermasse in das Wasserthal hinter dem Schiff ablaufen. Aber damit das Wasser möglichst ungehindert durch den zwischen dem Schiffskörper und der Begrenzung des Canalquerschnittes befindlichen verengten Querschnitt ablaufen kann, ist es nöthig, dafs dieser Querschnitt keine Verengungen oder sonstige Formen enthalte, die den Durchflufs des Wassers besonders hemmen. Darauf ist der Einflufs der Querschnittsform auf den Schiffswiderstand zurückzuführen.

Deshalb ist es auch wichtig, dafs die Schiffe an ihren beiden Steven eine allseitig sanft abgerundete Löffelform erhalten, weil alsdann die durch die Fortbewegung des Schiffes bewirkten Querschnittsverkleinerungen nicht unvermittelt und plötzlich, sondern allmählich und sanft sich bilden.*)

Tabelle A lehrt, dafs die Querschnitte I und II mit ganz oder theilweise lothrechten Seitenwänden den geringsten Widerstand darbieten, dafs aber Querschnitt IV einen etwas kleineren Widerstand aufweist wie III, bei welch letzterem Querschnitt sich an die lothrechten Seitenwände eine Unterwasserberme anschliefst.

Eine Vergleichung der Tabellen A und B läfst ferner deutlich erkennen, dafs der Widerstand von der Gröfse des benetzten Umfanges gänzlich unabhängig ist. So ist z. B. der benetzte Umfang von I um 1,5 v. H. gröfser als der von II, trotzdem ist der Widerstand von I kleiner als bei II. Dann kommt in der Gröfse des Widerstandes Querschnitt IV, trotzdem dieser von allen Querschnitten den gröfsten benetzten Umfang bei gleichzeitig gröfster Wasserspiegelbreite hat. Aus

*) Vgl. Bellingrath, Studien usw. S. 62 und Le Génie civil, Tome XXXII S. 286.

der Tabelle D geht endlich hervor, daſs für die beim Canalbetrieb praktisch in Frage kommenden Geschwindigkeiten von 1,25 bis 1,50 m im groſsen Durchschnitt der Zugwiderstand im Canal ungefähr doppelt so groſs ist, wie der im offenen Wasser. Aber alle diese Schluſsfolgerungen gelten nur für die Verhältnisse, die meinen Versuchen entsprechen.

Was nun die Bedeutung dieser Ergebnisse für die Praxis angeht, so könnte von der Ausführung der Form I schon der groſsen Kosten für die Uferbefestigung wegen nicht die Rede sein. Wohl aber könnte in dicht bebauten Gegenden, wo der Grund und Boden besonders werthvoll ist — z. B. für das Verbindungsglied des Dortmund-Ems-Canals mit dem Rhein — ernstlich in Erwägung gezogen werden, ob nicht die Ausführung des Querschnitts II sich vortheilhafter herausstellen würde als die des Querschnitts IV: die Mehrkosten für die rund 1 m hohen lothrechten Uferwände würden vielleicht durch die Ersparnisse beim Grunderwerbe im Betrage von 18,4 v. H. mehr wie ausgeglichen werden. Baulich vortheilhafter als Querschnitt II würde übrigens Querschnitt III sein, dessen Zugwiderstand nur unerheblich gröſser ist wie bei IV, der aber eine nur um 13,8 v. H. geringere Wasserspiegelbreite als IV erfordert. Des ferneren kann es u. U. von praktischer Bedeutung sein, die Wasserspiegelbreite solcher Canäle, die einer künstlichen Speisung durch Pumpwerke usw. bedürfen, behufs Verminderung des Wasserverlustes durch Verdunstung einzuschränken. Bemerkenswerth ist übrigens, daſs die nach den Querschnitten I und II günstigste Querschnittsform IV die ist, welche thatsächlich bei unseren neueren Canälen, dem Oder-Spree-, Dortmund-Ems- und Mittelland-Canal zur Ausführung gebracht bezw. in Aussicht genommen ist.

Anderseits muſs hervorgehoben werden, daſs die Festsetzung der Querschnittsformen auch noch von anderen Umständen abhängig ist. Vor allem ist bei diesen Erwägungen die Frage nach der Unterhaltungslast der Ufer zu beantworten. Nun können aber die erhaltenen Zahlen unter sonst gleichen Umständen nur für solche Betriebsarten ohne weiteres in die Praxis übertragen werden, bei denen eine die Canalufer angreifende brandende Welle nicht erzeugt wird, wie beim mechanischen Schiffszuge. Beim Betriebe mit Schleppdampfern kommt als ein sehr wichtiges, den Modellversuchen sich leider gänzlich entziehendes Moment hinzu das Verhalten der Uferwände gegenüber den Angriffen der brandenden Welle. Hier können nur Versuche im groſsen aufklärend wirken. Anderseits darf darauf hingewiesen werden, daſs auch De Mas bei seinen Versuchen im groſsen, bei denen er sich Schleppdampfer bediente, gefunden hat, daſs der rechteckige Querschnitt dem trapezförmigen überlegen ist (Recherches usw. S. 123). Von hervorragender Bedeutung ist endlich der Einfluſs der Querschnittsgröſse, zu dessen Untersuchungen ich nunmehr übergehe.

Die Versuche über den Einfluſs der Gröſse des Canalquerschnittes.

Bei Benutzung desselben Schiffsmodells wie im vorigen Abschnitt wurden die in Text-Abb. 8 bis 11 dargestellten Querschnitte auf Grund folgender Erwägungen bestimmt. Um den Einfluſs der Querschnittsgröſse rein zu erhalten, sind die untersuchten Querschnitte einander geometrisch ähnlich: sie weisen bei derselben Form nur verschiedene Querschnittsgröſsen auf. Als Grundform wählte ich seiner einfachen Ausführung wegen den Querschnitt V der

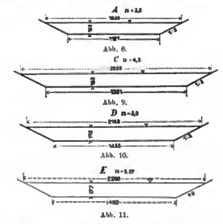


Abb. 8. A ($n=3,0$)
Abb. 9. C ($n=4,5$)
Abb. 10. D ($n=5,0$)
Abb. 11. E ($n=5,27$)

vorigen Versuchsreihe mit einem Flächeninhalte $F=0,235$ qm. Da der gröſste eingetauchte Schiffsquerschnitt $f=0,062$ qm beträgt, so ergiebt sich das Verhältniſs

$$n=\frac{F}{f}=\frac{0,235}{0,062}=3,79,$$

wie schon im vorigen Abschnitte erwähnt.

Als kleinsten Querschnitt wählte ich den Querschnitt A mit einem $n=3$, da man praktisch unter dieses n wegen des alsdann zu groſs werdenden Schiffswiderstandes nicht heruntergehen wird. Anderseits ergab sich die gröſstmögliche Wasserspiegelbreite der Querschnitte zu 2,20 m, da diese in den lichten 2,33 m breiten Raum zwischen den eisernen Säulen eingebaut werden muſsten, und somit der gröſstmöglich geometrisch ähnliche Querschnitt E mit einem $n=5,27$. Zwischen diesen Grenzquerschnitten liegen die drei Querschnitte B — übereinstimmend mit Querschnitt V der vorigen Versuchsreihe (Text-Abb. 6) — C und D.

Die Versuchsfahrten selbst wurden genau so angestellt und ausgewerthet wie die vorigen. Auf Grund ihrer in beistehender Tabelle zusammengestellten Ergebnisse sind in

Fahrt Nr.	Querschnitt Nr. A ($n=3,0$)		C ($n=4,5$)		D ($n=5,0$)		E ($n=5,27$)	
	V m	W kg	V m	W kg	V m	W kg	V m	W kg
1	1,896	4173,0	2,025	2884,5	2,100	2427,5	2,273	2832,2
2	1,858	4288,6	2,000	2786,0	2,089	2330,4	2,098	2254,1
3	1,860	4335,0	2,074	2907,3	2,105	2281,3	2,012	2023,0
4	1,600	2612,5	2,129	3028,6	2,056	2251,3	1,975	1953,6
5	1,586	2572,0	2,066	2936,0	1,535	1126,5	2,051	2017,2
6	1,573	2554,7	1,475	1225,3	1,495	1079,1	2,030	1968,6
7	1,579	2595,2	1,591	1323,6	1,547	1148,0	1,559	1028,8
8	1,598	2595,2	1,558	1358,3	1,520	1014,9	1,529	1034,6
9	1,275	1473,9	1,538	1294,7	1,125	468,8	1,547	1005,7
10	1,215	1352,5	1,538	1329,4	1,208	606,9	1,557	1028,8
11	1,212	1381,4	1,107	601,0	1,141	587,8	1,569	1034,6
12	1,163	1387,2	1,106	640,4	1,218	589,5	1,164	497,1
13	0,952	754,9	1,189	756,6	1,000	389,6	1,110	497,1
14	0,914	757,2	1,167	699,9	0,812	241,6	1,153	514,4
15	0,917	739,8	1,181	753,7	0,826	252,6	1,146	402,4
16	0,807	641,6	1,203	731,7	0,815	244,5	1,147	485,5
17	0,859	647,3	0,881	382,6	0,913	286,7	0,878	263,2
18	—	—	0,766	271,7	—	—	0,795	190,7
19	—	—	0,860	402,3	—	—	0,844	239,3
20	—	—	0,880	324,2	—	—	0,746	181,5
21	—	—	0,828	323,7	—	—	0,800	195,4

Abb. 8 bis 11 Bl. 64 die entsprechenden Widerstandscurven gestrichelt und die unter Berücksichtigung des relativ gröfseren Reibungswiderstandes des Modells berichtigten Curven ausgezogen. Weiter sind die Versuchsergebnisse unter Mitberücksichtigung der im vorigen Abschnitt für den Querschnitt V (Text-Abb. 6, hier B genannt) und im unbegrenzten Wasser (entsprechend einem $n = 97{,}6$) erhaltenen in folgender Tabelle übersichtlich zusammengestellt.

E. Tabelle über den Einflufs der Gröfse des Querschnittes auf den Schiffswiderstand.

Geschwindigkeit V m	$n = \frac{F}{f}$ = Verhältnifs des Canalquerschnitts zum gröfsten eingetauchten Schiffsquerschnitt					
	$n = 3{,}0$	$n = 3{,}79$	$n = 4{,}5$	$n = 5{,}0$	$n = 5{,}27$	$n = 97{,}6$
1.00	835	519	450	332	300	251
1.25	1400	867	750	600	525	423
1.50	2135	1310	1125	935	830	614
1.75	3260	1915	1675	1380	1260	849
2.00	?	2831	2460	1920	1800	1121

Die vorstehenden Ergebnisse sind nun endlich in Abb. 12 Bl. 64 zeichnerisch aufgetragen worden. Leider fehlen mir aus dem oben angeführten Grunde Widerstandswerthe insbesondere für die n zwischen 5,27 und 20. Aber ein Blick auf Abb. 12 Bl. 64 lehrt, dafs für die Geschwindigkeiten von 1 m bis 1,50 m, und das sind die praktisch in Frage kommenden Geschwindigkeiten, die gezeichneten Curven für die gröfseren n nicht wesentlich von den wirklichen Curven abweichen können. Anders ist es mit den Curven für die Geschwindigkeiten 1,75 und 2 m. Um hier für die n zwischen 5,27 und 97,6 Werthe zu erhalten, habe ich Formeln aufgestellt und benutzt, die den Versuchsergebnissen möglichst genau angepafst sind. Von der Wiedergabe dieser Formeln sehe ich jedoch absichtlich ab, da denselben keineswegs — und das gilt von allen bisher bekannten sogen. Widerstandsformeln — eine allgemeine Gültigkeit beikommt. Der Widerstand im Canal hängt von einer solch grofsen Zahl von Umständen ab: dem Widerstande des Schiffes im unbegrenzten Wasser oder dem „Eigenwiderstande", wie ihn De Mas nennt, von der Geschwindigkeit, von der Natur und dem Zustande der Schiffsoberfläche, von n, von der Querschnittsform, von der Tauchtiefe usw., dafs es auf Grund meiner einseitigen Versuche nicht möglich ist, eine allgemein gültige Beziehung zwischen diesen Einflüssen abzuleiten. Dazu bedarf es einer sehr grofsen Zahl ergänzender Versuche, die sich auf den Einflufs aller dieser Umstände erstrecken müfsten. Auch De Mas hat sich vergeblich bemüht, auf Grund seiner Versuche ein allgemein gültiges Gesetz aufzustellen (Recherches usw. Chap. XI). Die aus der Abb. 12 Bl. 64 zu ziehenden praktischen Ergebnisse sind nun folgende:

Für das wesentlich von der durchschnittlichen Betriebsgeschwindigkeit abhängige Verhältnifs n der Gröfse des Canalquerschnitts zum eingetauchten Schiffsquerschnitt kann für die untersuchte Querschnitts- und Schiffsform sowie Schiffsgröfse in Frage kommen:

a) bei Geschwindigkeiten bis 1,50 m ein $n = 5$ bis 6,

b) bei Geschwindigkeiten zwischen 1,50 und 1,75 m ein n = etwa 7,

c) bei Geschwindigkeiten zwischen 1,75 und 2 m ein n = etwa 10.

Dadurch wird die bekannte, aber bisher der sicheren Unterlagen noch entbehrend habende Regel bestätigt, dafs mit Rücksicht auf die Neubaukosten des Canals Betriebsgeschwindigkeiten von über 1,50 m sich praktisch ausschliefsen.

Abb. 12 Bl. 64 bestätigt ferner die ebenfalls bisher ohne genügende Unterlagen als gültig angenommene Thatsache, dafs eine erhebliche Verminderung von n unter 5 wegen des alsdann eintretenden sehr grofsen Anwachsens des Zugwiderstandes sich nicht empfiehlt.

Im übrigen ist in jedem einzelnen Falle, auf Grund von eigens dazu anzustellenden Modellversuchen, durch eine vergleichende Berechnung der Mehrkosten für den Canal und der Ersparnifs an Zugkosten das wirthschaftlich vortheilhafteste Verhältnifs n zu ermitteln.

Die letzte Spalte der Tabelle E ergiebt ferner, dafs der Widerstand im offenen Wasser ($n = 97{,}6$) nicht mit dem Quadrate der Geschwindigkeit zunimmt, sondern mit einer höheren Potenz derselben, gemäfs dem Ausdrucke

$$W = K \cdot v^{2{,}25}.$$

Das ist um so bemerkenswerther, als sowohl De Mas (Recherches usw. Chap. XI) als auch die Ingenieure der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft in Wien (Nr. XXV der Verbandsschriften des Deutsch-Oesterr.-Ungar. Verbandes für Binnenschiffahrt) zu demselben Schlusse gelangen auf Grund ihrer Versuche im grofsen: ein weiterer Beweis für den Werth von Modellversuchen!

Versuche über den Einflufs der Verbreiterung und den Einflufs der Vertiefung eines Canalquerschnittes.

Hagen sagt in seinem Handbuche, II. 4. Band, 3. Aufl., S. 197, bei Besprechung der den Canalquerschnitten zu gebenden Abmessungen und nachdem er erwähnt hat, dafs man gemeinhin der Sohle die doppelte Breite der Schleusenweite gebe: „Dabei entsteht die Frage, ob diese Breite als genügend angesehen werden darf, und ob es nicht vielleicht nöthig ist, eine noch gröfsere Profil-Fläche zu wählen, um den Widerstand der Schiffe zu vermindern. Jedenfalls ist es aber mit wenigen Ausnahmen wohlfeiler und in anderer

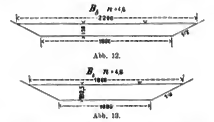


Abb. 12.

Abb. 13.

Beziehung auch vortheilhafter, die Vergröfserung des Profils durch weitere Ausdehnung der Breite als der Tiefe darzustellen."

Zur Klarstellung der hier sich aufwerfenden Frage habe ich noch die beiden Querschnitte B_5 und B_t, Text-Abb. 12 u. 13,

untersucht, die erhalten sind einmal durch Verbreiterung des Querschnitts B (oder V) und dann durch Vertiefung desselben Querschnitts. Beide haben aber den gleichen Wasserquerschnitt.

Die Ergebnisse der Versuchsfahrten sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Fahrt Nr.	Querschnitt Nr. B_b ($n = 4{,}6$) V m	W kg	B_t ($n = 4{,}6$) V m	W kg	Fahrt Nr.	Querschnitt Nr. B_b ($n = 4{,}6$) V m	W kg	B_t ($n = 4{,}6$) V m	W kg
1	2,012	2976,7	2,092	2387,0	11	1,181	748,5	1,262	739,8
2	2,020	2994,0	2,100	2421,8	12	1,181	728,2	1,216	687,8
3	2,019	2969,8	2,038	2358,2	13	1,187	757,2	1,187	618,4
4	1,693	1827,6	2,074	2456,4	14	0,810	287,6	1,238	693,6
5	1,669	1751,3	2,063	2404,4	15	0,850	295,9	1,111	635,8
6	1,680	1820,7	1,697	1450,7	16	0,829	314,4	0,979	404,6
7	1,656	1573,3	1,612	1254,2	17	0,844	353,2	0,914	387,2
8	1,611	1589,5	1,572	1236,9	18	0,882	315,0	0,930	433,5
9	1,111	620,2	1,616	1236,9	19	—	—	1,000	473,5
10	1,176	758,3	1,616	1265,8	20	—	—	0,927	445,0

Wie früher ist diese Tabelle für die zeichnerische Darstellung der Widerstandscurven, Abb. 15 und 16 Bl. 64, benutzt, und endlich ist auf Grund der letzteren folgendes Schlufsergebnifs zusammengestellt worden.

Geschwindigkeit V m	Querschnitt Nr. und Widerstand in kg B_b kg	B_t kg	Bemerkungen
1,00	430	415	
1,25	765	645	
1,50	1205	945	
1,75	1830	1400	
2,00	2720	2000	

Die Ueberlegenheit des tieferen Querschnittes über den breiteren ist also damit erwiesen. Auch rücksichtlich der Grunderwerbskosten wird sich die Vertiefung eines bestehenden Querschnittes vortheilhafter herausstellen als seine Verbreiterung. Dafs aber bei den hier auftretenden Fragen Erwägungen ganz anderer Art mitbestimmend, wenn nicht gar ausschlaggebend sein können, das hat Bellingrath in seinem Aufsatze „Ueber die Beziehungen der Elbeschifffahrt zum Mittelland-Canal" (Zeitschr. für Binnenschiffahrt, 1896 S. 13 ff.) nachgewiesen.

Vorstehende Arbeit würde ihren Zweck ganz erfüllen, wenn sie die betheiligten Kreise von dem grofsen Werthe, ja von der Unerläfslichkeit von Modellversuchen auf fraglichem Gebiete überzeugen würde. Insbesondere die Staaten, die vor der Aufgabe der Erbauung grofser Canäle oder gar ganzer Canalnetze stehen, sollten in die Entwurfsbearbeitung nur eintreten auf Grund von eingehenden Modellversuchen. Denn nur diese können die sehr grofse Zahl der hier mitspielenden Einflüsse, die sich auch auf die Form, Gröfse und Beschaffenheit der Fahrzeuge zu erstrecken haben, in streng planmäfsiger, folgerichtiger und erschöpfender Weise berücksichtigen. Beim Versuche im grofsen wird es in dieser Beziehung immer an den Kosten scheitern. Erst dann werden wir zu dem Endziel, zu allgemein gültigen und praktisch brauchbaren Ergebnissen gelangen. Ich darf hier die Worte anführen, die Bellingrath einem von mir im Central-Verein für Hebung der deutschen Flufs- und Canal-Schiffahrt über den ersten Theil meiner Versuche gehaltenen Vortrage anschlofs (Zeitschr. f. Binnenschiffahrt, 1898 S. 55):

„Ich glaube, wir sind mit Hülfe der Modellversuche vollständig in der Lage, die Antwort auf so manche grundsätzliche Fragen, die nothwendig beantwortet werden müssen, in aufserordentlich rascher und billiger Weise und mit genügender Sicherheit zu geben, — auf Fragen, die sich wesentlich zu richten haben auf die beste Schiffsform, auf die Form und die Gröfse des Querschnitts von Canälen, sowie insbesondere auch auf die zulässige wirthschaftliche Geschwindigkeit, Fragen, deren Beantwortung uns zugleich die richtigen Grundlagen für eine gerechte Tarifirung der Schlepplöhne verschafft. Daran fehlt es uns heute noch ganz und gar; die Tarife werden heute sozusagen nur nach ungefährer, übrigens meist unzutreffender Schätzung gemacht. Und doch gehört es sich, die Tarife so zu bemessen, dafs Schlepplohn und Arbeitsleistung in richtigem Verhältnifs zu einander stehen, das alles können wir nur durch Fortsetzung der Versuche erreichen."

Das für die Errichtung einer sehr vollkommen ausgestatteten Versuchsanstalt aufzuwendende Capital von etwa 100 000 ℳ würde reichliche Zinsen tragen: zum Vortheile der Wissenschaft und Praxis! — Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Bellingrath und den Herren Ingenieuren der Uebigauer Werft meinen Dank auszusprechen für die thatkräftige Unterstützung, die sie mir bei meinen Versuchen haben zu Theil werden lassen und die meine Versuche überhaupt ermöglicht hat.

Dresden, im Mai 1898. H. Engels.

Der Umbau der Bahnanlagen in Köln a. Rh.

Nach amtlichen Quellen bearbeitet vom Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Kiel in Köln.

(Mit Abbildungen auf Blatt 65 im Atlas.)

(Schlufs.)

IV. Der Betriebsbahnhof.

(Vgl. Bl. 33 und 34 und Bl. 65.)

Bei der Beschränktheit der für den Haupt-Personenbahnhof zur Verfügung stehenden Baustelle war es nöthig, alle diejenigen Anlagen, welche nicht unmittelbar mit dem Verkehr der Reisenden in Verbindung stehen, aus dem eigentlichen Personenbahnhof fern zu halten und in den im Gebiet der Stadterweiterung errichteten Betriebsbahnhof zu verlegen. Hierhin gehören:

1. die Gleise für die Aufstellung der Leerzüge;
2. die Anlagen für die Abfertigung des Eilgutes;
3. die Anlagen für den Postpäckereiverkehr;
4. die Schuppen für die Locomotiven und die Einrichtungen zur Versorgung derselben mit Kohlen und Wasser.

Das Uebernachtungsgebäude für Fahrbeamte, welches gleichfalls hierhin zu rechnen ist, ist mit dem für die Beamten des Güterzugdienstes vereinigt und im Güterbahnhof errichtet.

1. Gleise für die Leerzüge. Für den Verkehr zwischen dem Betriebsbahnhof und dem Hauptbahnhof sind wie erwähnt zwei besondere Gleise hergestellt. Das Gleis Betriebsbahnhof — Hauptbahnhof dient auch als Ausziehgleis für die im Betriebsbahnhof vorzunehmenden zahlreichen Verschiebebewegungen und ist infolge dessen sehr stark beansprucht. Um dasselbe zu entlasten, ist eine Weichenverbindung vom Betriebsbahnhofe nach dem Aachen-Crefelder Einfahrtsgleis, welche aus der Zeit des vorläufigen Zustandes herrührt, beibehalten worden und damit die Möglichkeit geschaffen, einzelne Leerzüge durch dieses Gleis nach dem Hauptbahnhof zu schieben. Die Verschiebebewegungen bestehen in dem Ein- und Aussetzen der Post-, der Eilgut-, der Pack-, der Curs- und der Verstärkungswagen. Curs- und Verstärkungswagen spielen bei einzelnen Zügen eine so grofse Rolle, dafs thatsächlich der ganze Zug aufgelöst wird. Welchen Umfang das Verschiebegeschäft hat, geht daraus hervor, dafs bei Tag und bei Nacht auf dem Betriebsbahnhof ständig vier Verschubmaschinen beschäftigt sind.

Die Gleise des Betriebsbahnhofs entwickeln sich aus den beiden vom Hauptbahnhof kommenden Gleisen in vier Hauptgruppen, die wieder in mehrere Unterabtheilungen zerfallen (s. Abb. 6 Bl. 33 und 34).

Für jede Hauptgruppe ist auf der an der Maybachstrafse in unmittelbarer Nähe des Stellwerks III befindlichen Signalbrücke ein besonderes Einfahrt- und Ausfahrtsignal angebracht.

Die Benutzung der einzelnen Gleisgruppen ist folgende. In Gruppe Ia und Ib werden die Leerzüge nach Aachen und nach Crefeld, in Gruppe IIa und IIc die Leerzüge nach Bingen und nach Trier aufgestellt. Zwischen IIa und IIc liegt die Unterabtheilung IIb, die aus den beiden Zufahrtsgleisen zur Postverladestelle und zwei zur Aufstellung leerer Postwagen dienenden Gleisen besteht. In Gruppe IIIa, IIIb und IVa wickelt sich der Eilgutverkehr ab, IVb umfafst die Locomotivschuppengleise und die Gleise für Dienstkohlen, IVc, IVd und die inzwischen vollständig ausgebauten Gleise IVe*) dienen zur Aufstellung der rechtsrheinischen Leerzüge und von Bereitschaftswagen. Die Ausführung der Aufstellungsgleise der Gruppe IV wurde erst beschlossen, nachdem der Eilgutschuppen und die Locomotivschuppen bereits fertig gestellt waren. Hieraus erklärt sich die örtliche Trennung von den Gruppen I und II.

Die mittlere nutzbare Länge der meisten Aufstellungsgleise beträgt 120 m. Dieses genügt für die gröfste Mehrzahl der Leerzüge, wenn Locomotive, Postwagen, Eilgutwagen und die Verstärkungswagen, welche ohnehin nicht bei dem Wagenzug verbleiben, abgehängt sind. Einzelne der Gleise haben gröfsere Länge. Im ganzen sind in Gruppe I und II 29 Aufstellungsgleise mit 4100 m nutzbarer Länge, in Gruppe IV (ohne die im Plan punktirten) 17 Gleise von 2650 m nutzbarer Länge vorhanden. Die Gleise der Gruppe IV und ein Theil der Gleise der Gruppe I und II sind an beiden Enden durch Weichen angeschlossen, sodafs ein Umfahren der Züge durch Locomotiven möglich ist. Die Kopfgleise der Gruppe Ia werden in der Regel nur zur Einfahrt, wobei, wie erwähnt, die Züge (linksrheinische) gedrückt werden, und zum Reinigen der Wagen benutzt. Später werden die Leerzüge dann nach Gruppe Ib gebracht, wo die Zugmaschine bei Abfahrt sich hinter dieselben setzen kann. Bei der Abfahrt der Leerzüge aus Gruppe IIa mufs der Zug dagegen durch eine Verschubmaschine vorgezogen werden, damit die Zugmaschine sich hinter denselben setzen kann.

Von Nebenanlagen der Aufstellungsgleise sind folgende zu erwähnen. Neben einer gröfseren Zahl von Gleisen sind in 16 m Entfernung Füllständer für die Versorgung der Eisenbahnwagen mit Fettgas angebracht. Das Fettgas wird in der 1 km entfernten Fettgasanstalt in Nippes hergestellt und mittels einer 16 mm weiten Leitung aus verzinnten Bleirohren von 7 bis 8 mm Wandstärke, welche auf einen Druck von 25 Atmosphären geprüft sind, durch sechs kesselartige Hülfsbehälter, die auf dem hinteren Ende des Betriebsbahnhofs neben der Wallstrafse stehen, hindurch den Füllständern zugeführt. Diese Hülfsbehälter, deren jeder 6,5 cbm Inhalt hat, sollen bei Ausbesserungen des Hauptzuleitungsrohres und bei vorübergehendem starken Verbrauch in Wirksamkeit treten und eine allzu grofse Druckverminderung verhüten. — Ebenso sind zur Reinigung der Wagen zwischen mehreren Aufstellungsgleisen Wasserpfosten angebracht. Zur Erleichterung der Reinigung sind vier der Aufstellungsgleise mit einem Wagenschuppen von 124 m Länge und 20,1 m lichter Weite überdeckt. Dieser Schuppen ruht auf der 6 m hohen zur Zeit der Bauausführung frischen Dammschüttung durch Vermittlung einer Kieslage, auf der die 1 m unter Schienenoberkante reichenden Grundmauern stehen (s. Abb. 15 Bl. 65). Diese billige Gründungsart hat sich gut bewährt. Der Schuppen hat ausgemauerte Holzfachwerkwände, hölzerne Dachbinder mit einer Zwischenstütze und Eindeckung aus doppellagiger Dachpappe auf Schalung erhalten. Durch ein steil gestelltes Firstoberlicht und grofse Seitenfenster ist für gute Beleuchtung gesorgt. Die Giebelseite, an welcher die Einfahrt stattfindet, ist nachträglich in der erforderlichen Höhe unter Beseitigung der Thorflügel bis auf einige Zwischenstiele vollständig offengelegt, weil bei dem starken Verkehr in dem verhältnifsmäfsig milden Klima mehr Werth auf bequeme Ein- und Ausfahrt als auf gute Heizung gelegt wurde. Der Wagenschuppen wird nur für die Reinigung der Züge der Aachener und der Crefelder Linie benutzt. Die übrigen Züge werden im Freien gereinigt.

Ein Aufenthaltsraum für Wagenputzer, Lagerschuppen für Kohlenbrode zur Wagenheizung, sowie eine kleine Wagenwerkstätte von 130 qm, enthaltend je einen Arbeitsraum für Schmiede und Schlosser, für Schreiner und Sattler und für Klempner und Glaser, sowie ein Bureauzimmer sind als Einzelbauten in der Nähe der Aufstellungsgleise errichtet.

2. Anlagen für den Eilgutverkehr. Der Eilgutverkehr auf dem Betriebsbahnhof hat im Jahr 1896/97 folgenden Umfang gehabt:

	Versand t	Empfang t	Umgeladen t
Wagenladungen . .	1637	6354	—
Stückgut	14225	18500	25816
Dienstgut . . .	4839	3510	—

Der Viehverkehr ist hier fortgelassen, weil er gröfstentheils nach dem städtischen Schlacht- und Viehhof geht.

*) Im Plan (gestrichelt) irrthümlich mit IVc bezeichnet.

Die für den Eilgutverkehr bestimmten Anlagen umschliefsen hufeisenförmig den dem Landfuhrwerk dienenden Vorplatz. Von diesem führt eine mit 1 : 30 fallende Rampe hinab zu der unter den Gleisen hindurch geführten Maybachstrafse. Die eine Seite des Hufeisens wird durch die Eilgutrampe, die andere durch den Schuppen für den Freiverkehr und die Kopfseite durch den Zollschuppen gebildet. Das Gleis des letzteren ist nur durch eine Drehscheibe erreichbar. Bei der geringen Zahl der hier verarbeiteten Wagen ist die hieraus sich ergebende Betriebserschwernifs nicht von Belang.

Die gleisseitige Ladebühne des Eilgutschuppens (Abb. 16 Bl. 65) ist sägeförmig gestaltet. Die Ladekanten derselben bestehen nämlich aus vier Abschnitten von 23 m Länge, die jedesmal um 4 m gegen einander versetzt sind. Die neben diesen vier Abschnitten liegenden Stumpfgleise sind mit dem Stammgleis, welches gegen die Ladegleise im Grundrifs mit 1 : 5 geneigt ist, durch Weichen verbunden. Die Langseite des Schuppens läuft dem Stammgleis nahezu parallel, sodafs jeder Bühnenabschnitt eine trapezförmige Grundfläche erhält. An jedem Bühnenabschnitt haben drei Wagen Platz, von denen einer jedoch nur, so weit wie die Thür reicht, an der Bühne steht. Die Bühne an der Langseite wird noch ergänzt durch zwei an die eine Kopfseite anschliefsende überdachte Zungenbühnen, die beiderseitig mit Ladegleisen versehen, daher für die Umladung besonders geeignet sind. Dieselben sind gegenüber der Zeichnung (Abb. 16 Bl. 65) nachträglich verlängert, und die eine hat jetzt eine Länge für vier Wagen, die andere für fünf bis sechs Wagen, sodafs an derselben im ganzen etwa 19 Wagen Platz haben. Danach kann gleichzeitig in $19 + 4 \cdot 3 = 31$ Wagen ein- und ausgeladen werden. Ein weiteres Stumpfgleis ist für den Freiladeverkehr angelegt.

Die beschriebene Gleisanordnung hat den Vortheil, dafs das Ein- und Aussetzen einzelner Wagen oder kleinerer Wagengruppen in eins der acht Kopfgleise mittels Locomotiven möglich ist, ohne das Ladegeschäft in den übrigen Gleisen zu stören. Seitdem jedoch besondere Eilgutzüge in gröfserem Umfange (z. Z. acht ankommende und sieben abgehende) eingerichtet sind, hat es sich als eine Betriebserschwernifs gezeigt, dafs lange Ladegleise für einen ganzen Zug fehlen und dafs die unmittelbare Einfahrt linksrheinischer Eilgutzüge in den Eilgutbahnhof ohne Berührung des Personenbahnhofs nicht möglich ist.

Der Schuppen für den Freiverkehr hat innerhalb der Umfassungsmauern eine Grundfläche von 1320 qm, wozu noch 900 qm der beiderseitig und vor Kopf gelegenen Ladebühnen kommen. Der Zollschuppen ist im Inneren 830 qm grofs und hat aufserdem 140 qm Bühnenfläche. An diesen schliefsen sich die Abfertigungsräume sowie die Zolldiensträume mit zusammen 440 qm Grundfläche an. Die Tiefe des Freischuppens ist zu 14 m (ohne Bühne) gewählt, die des Zollschuppens mit Rücksicht darauf, dafs wegen der umständlicheren Behandlung die gleiche Gütermenge mehr Grundfläche erfordert, zu 16,75 m.

3. Postverladestelle (Abb. 7 Bl. 33 und 34). In der Postverladestelle im Betriebsbahnhof werden alle in Köln ankommenden und abgehenden Postwagen behandelt. Diejenigen Züge, welche in Köln durchfahren, setzen auf dem Hauptbahnhof ihren Postwagen aus oder nehmen einen neuen auf, sodafs auch diese Wagen in der Postverladestelle zur Ent- und Beladung kommen. Der Hauptbahnhof ist jedoch vom Postverladedienst nicht vollständig entlastet, vielmehr wird die Aufenthaltszeit der Züge daselbst ausgenutzt, um die Briefe und Eilsendungen und soviel von den sonstigen Päckereien wie die Zeit es erlaubt, besonders für die Züge mit kurzer Uebergangszeit ein- und auszuladen.

Als beschlossen wurde, die Postverladestelle in den Betriebsbahnhof zu verlegen, waren die Aufstellungsgleise für die Leerzüge und die Anlagen für den Locomotivdienst und den Eilgutverkehr bereits fertig gestellt. Für die Postverladestelle blieb als einzige geeignete Baustelle ein Theil der durch die Aachen-Crefelder Gütergleise abgetrennten hinteren Hälfte des Betriebsbahnhofs übrig. Die Ladestelle ist mit den übrigen Anlagen durch die beiden langen Gleise der Gruppe IIb (Abb. 6 Bl. 33 und 34), welche die Aachen-Crefelder Gütergleise und das daneben liegende Ausziehgleis auf einer schiefen Brücke von 26 m schräger Lichtweite überschreiten, verbunden. Die beiden Gleise münden auf eine Schiebebühne, durch welche die Wagen in die 24 parallelen Ladegleise vertheilt werden. Die meisten der Ladegleise können zwei Postwagen, eins vier und die übrigen nur einen Wagen aufnehmen, sodafs im ganzen 42 Stände vorhanden sind. Die Postverwaltung hat von Anfang an gewünscht, die Anlage in gröfserem Umfang herzustellen, doch glaubte s. Z. die Eisenbahnverwaltung, hierfür Gelände in gröfserer Ausdehnung nicht zur Verfügung stellen zu können. Augenblicklich schweben Verhandlungen wegen Vergröfserung. Sehr häufig können die entladenen Postwagen wegen Platzmangels nicht bis zur Wiederbeladung in der Postverladestelle bleiben. Sie werden dann für diese Zeit in die beiden kurzen Stumpfgleise der Gruppe IIb gesetzt. Die Bewegung der Schiebebühnen, von welchen zwei in derselben Grube vorhanden sind, erfolgt durch Elektricität. Auch sind auf derselben elektrisch betriebene stehende Windetrommeln (capstans) angebracht, durch welche die Wagen auf die Schiebebühne gezogen und beim Absetzen wieder in Bewegung gesetzt werden.

Die Ladegleise haben abwechselnd 3,5 m und 6,5 m Abstand. In den kleineren Abständen stehen die Säulen, welche die Ueberdachung tragen, in den gröfseren sind die Zungenbahnsteige angeordnet, die an einen gemeinschaftlichen Kopfbahnsteig anschliefsen. Der Unterbau der Schiebebühne ist viaductartig hergestellt, und der Hohlraum wird zu Eisenbahnzwecken benutzt. Im übrigen ist Dammschüttung verwandt. Mit der Ladestelle ist ein gröfstentheils viergeschossiges Dienstgebäude von 1450 qm Grundfläche verbunden. Der zugehörige Hof ist von der Wallstrafse aus zugänglich. Die Beförderung der Päckereien vom Erdgeschofs auf die um 9,1 m höher gelegenen Bahnsteige erfolgt durch elektrisch betriebene Aufzüge. Der für die Triebkraft und die Beleuchtung erforderliche elektrische Strom wird in einer eignen Maschinenstation erzeugt, deren Kesselanlage gleichzeitig den Dampf für die Heizung des Gebäudes liefert.

4. Anlagen für den Locomotivdienst (Abb. 6, 7 u. 8 Bl. 33 u. 34). Sämtliche Anlagen für den Locomotivdienst einschliefslich des Schuppens für den Güterzugdienst sind, um eine gute Aufsicht zu ermöglichen, zusammengelegt und in dem durch die Aachen-Crefelder Gütergleise abgetrennten hinteren Theil des Betriebsbahnhofs, wo auch die Postverladestelle sich befindet, untergebracht. Durch die Wahl dieser Baustelle für den Schuppen der Güterzuglocomotiven ergeben sich allerdings sehr weite Wege nach und von den Zügen. Dafs hierdurch auch die Herstellung einer Unterführung von reichlich 90 m Länge unter den Gleisen

der Gruppe IV erforderlich wurde, war zur Zeit der Erbauung der Schuppen noch nicht bekannt, da die Herstellung der Aufstellungsgleise der Gruppe IV erst später beschlossen wurde. Die Gleise in diesem Schuppen liegen, mit Rücksicht auf die genannte Unterführung, um 5,7 m tiefer als die Gleise des Betriebsbahnhofs.

Zur Zeit sind in Köln 92 Locomotiven stationirt, nämlich 30 für Personenzüge, 42 für Güterzüge und 20 Verschubmaschinen. Aufserdem nehmen täglich mehrere Locomotiven von anderen Stationen im Kölner Schuppen längeren oder kürzeren Aufenthalt. Der Locomotivschuppen für den Personenverkehr hat 36 Stände und eine Erweiterungsfähigkeit um 4 Stände, der für den Güterverkehr 30 Stände und eine Erweiterungsfähigkeit um 17 Stände. Es ist hierbei zu berücksichtigen, dafs der letztgenannte Locomotivschuppen in der allerersten Zeit des Umbaus errichtet ist, wo die Bedürfnisse erheblich geringer waren als augenblicklich. Von der Erweiterung des Schuppens konnte bislang abgesehen werden, weil in der Nähe des Bahnhofs noch ein Schuppen, der aus den alten Kölner Bahnanlagen herrührt, zur Verfügung steht.

Beide Locomotivschuppen sind aus zwei Ringstücken zusammengesetzt und entsprechen in den Einzelheiten der Ausführung gröfstentheils der inzwischen aufgestellten Musterzeichnung der Direction Köln. Doch ist die Schuppentiefe in Uebereinstimmung mit der zur Zeit der Erbauung noch üblichen geringeren Länge der Locomotiven für die jetzigen Verhältnisse etwas knapp bemessen, nämlich im Güterzugschuppen zu 17,5 m, in dem zuerst ausgeführten Theil des Personenzugschuppens zu 18 m und im zweiten Theil desselben zu 20 m. Die Drehscheiben haben Durchmesser von 13,2 m und nur im zweiten Theil des Personenzugschuppens von 14,2 m erhalten. Die Scheiben von 13,2 m Durchmesser sind jedoch inzwischen gegen solche von 16 m ausgewechselt. Die Gründung des hochgelegenen Locomotivschuppens und der zugehörigen Drehscheiben ist im Gegensatz zu dem leichten Eilgut- und dem Wagenschuppen bis auf den festen Baugrund hinabgeführt. Die Löschgruben desselben sind, um nach eingetretener Senkung der Schüttung das Anheben zu erleichtern, ganz aus Schweifseisen hergestellt.

In sehr bequemer Verbindung mit dem Locomotivschuppen für den Güterzugdienst liegt eine Betriebswerkstätte für Locomotiven, Abb. 6 bis 10 Bl. 65. In den Hauptraum derselben von 28 × 12 = 336 qm Grundfläche führt ein von der Schuppen-Drehscheibe ausgehendes Gleis, welches mit Arbeitsgrube und Rauchabzug versehen ist. Quer zu demselben liegt am vorderen Ende des Standes eine Achswechselgrube mit einer Räderversenkvorrichtung. Diese führt zu einem parallel mit dem Locomotivstand liegenden Gleisstück, auf welchem die zur Einbringung fertigen Achsen bereit gestellt und die entfernten Achsen zur Räderdrehbank gebracht werden. Die weitere Ausrüstung ist in Abb. 9 Bl. 65 angedeutet. Die Betriebskraft wird von einem sechspferdigen Gasmotor geliefert, der zusammen mit dem Ventilator für die Schmiede in einem Verschlage innerhalb der Werkstatt untergebracht ist. An den Hauptraum schliefst sich ein im Aeufsern 15 × 9,9 m grofser Kopfbau an, der im Untergeschofs je einen Raum für Arbeiter, Vorarbeiter und ein Magazin, im Obergeschofs Bureauräume enthält. In einem 13,4 × 9,3 m grofsen Flügelbau liegen Schmiede, Klempnerei und Lampenräume. Das Gebäude besitzt massive Umfassungswände, im Hauptraum eiserne, im übrigen hölzerne Dachbinder, hölzerne Pfetten und Dachdeckung aus doppellagiger Dachpappe auf Schalung.

Das Kohlenlager und die Kohlenladestelle ist in dem Winkel, welchen die zum hochliegenden und die zum tiefliegenden Locomotivschuppen führenden Gleise mit einander bilden, untergebracht (Abb. 7 Bl. 33 u. 34). Die Kohlenwagen werden in der Höhe des hochliegenden Schuppens zugeführt. Die Ueberladung auf die Personenzuglocomotiven erfolgt in der Weise, dafs kleine Wägelchen von 500 kg Fassungsraum, von denen 20 Stück auf der zwischen dem Locomotivgleis und dem Kohlenwagengleis angeordneten Bühne bereit stehen, in die Eisenbahnwagen geschoben, beladen, dann wieder auf die Bühne gefahren und zu geeigneter Zeit durch einen der an den beiden Enden der Bühne stehenden Krahne gehoben und in die Tender entleert werden. Beim Anheben sind die kleinen Wagen mit der Krahnkette an zwei Stellen verbunden. Der untere Angriffspunkt besteht in zwei an den Wagen befindlichen Zapfen, die unterhalb des Schwerpunktes der beladenen und oberhalb des Schwerpunktes der leeren Wagen angebracht sind. Nachdem der Wagen über den Tender geschwenkt ist, wird die obere riegelartige Verbindung mit dem Krahn gelöst. Der beladene Wagen kippt dann selbstthätig und richtet sich nach Entladung wieder auf.

Bei Beladung der Tender für Güterzüge ist ein Heben der Kohlen nicht erforderlich, dieselben werden vielmehr aus den Eisenbahnwagen zunächst in Kohlentaschen und aus diesen wieder je nach Bedarf in die Tender abgerutscht. Die Kohlentaschen sind jedoch nicht fest angebracht, sondern als kleine eiserne Wagen von 500 kg Fassung ausgebildet (Abb. 8 Bl. 33 u. 34). Der Boden derselben steigt nach hinten mit $1:1^1/_4$ an, sodafs die Kohlen bestrebt sind, nach vorn zu rutschen. Hieran werden sie durch die als Klappe ausgebildete Vorderwand so lange gehindert, als diese durch einen oberen Riegel festgehalten ist. Wird der Riegel geöffnet, so dreht sich die vordere Wand des Wagens um die untere wagerechte Drehachse derart, dafs dieselbe in der tiefsten Lage die Verlängerung der Rutschfläche bildet und die Kohlen sich etwa in die Mitte des tieferstehenden Tenders entleeren. Die Wagen sind von der Georg-Marienhütte in Osnabrück geliefert. Zur Zeit sind etwa 40 Stück davon in Benutzung. Die Beladung dieser kleinen Wagen erfolgt theils unmittelbar von den Eisenbahnwagen aus mittels Schüttrinnen, theils vom Lagerplatz aus. Dieser ist in mittlerer Höhe zwischen Gleisen der beiden Schuppen angelegt und zur Erleichterung der Bewegung der kleinen Wagen mit einzelnen Karrbahnen aus Eisenplatten versehen.

Die Lage der Kohlenverladevorrichtung bedingt, da die Füllung des Tenders in der Regel vor der Einfahrt in den Schuppen erfolgt, dafs bei der Ein- und Ausfahrt der Güterzuglocomotiven links gefahren wird. In der Mitte der zum Locomotivschuppen führenden Verkehrsgleise (Abb. 6 Bl. 33 u. 34) mufs daher ein Uebergang zwischen dem Rechtsgleis und dem Linksgleis stattfinden.

Neben den Kohlenladestellen sind die Wasserkrahne und zwar zwei für den oberen und zwei für den unteren Schuppen aufgestellt. Ihre Speisung erfolgt durch Wasser des städtischen Leitungsnetzes, welches aus dem dem Rhein zufliefsenden Grundwasserstrom entnommen wird. Da dasselbe wie alles Grundwasser in Köln in erheblichem Mafse Kesselstein absetzt, und ein Anschlufs an den Rhein zur Gewinnung von Rheinwasser zur Zeit nicht zu gewinnen war, so ist nachträglich eine umfangreiche Anlage zur chemischen Reinigung des Wassers durch die ostelbischen Industriewerke Marx u. Co. in Danzig ausgeführt.

Um für den Fall einer vorübergehenden Störung des städtischen Wasserwerks eine gewisse Sicherheit zu haben, auch die durch den raschen Schlufs der Ventile des Wasserkrahnes entstehenden Stöfse von dem unter hohem Druck stehenden städtischen Leitungsnetz fernzuhalten, ist in der Nähe der Hauptverbrauchsstelle ein Wasserbehälter von 600 cbm Rauminhalt angelegt (Abb. 11 bis 14 Bl. 65). Der höchste Wasserspiegel desselben, der gleichzeitig der gewöhnliche ist, liegt 15,2 m über der Schienenoberkante der Personenzugsgleise und 20,9 m über der der Güterzugsgleise am Locomotivschuppen. Jeder der Krahne liefert hierbei etwa 3 cbm Wasser in der Minute. Der Boden des Behälters liegt 6,9 m unter dem höchsten Wasserstand. Der Behälter selbst ist aus Eisen nach Intzescher Bauart, d. h. mit einem aus einem Kugelabschnitt und zwei abgestumpften Kegeln zusammengesetzten Boden, wodurch die Einschränkung des Durchmessers des massiven Unterbaus ermöglicht ist, hergestellt. Das kuppelförmige Dach besteht aus einem Eisengerippe mit hölzernen Pfetten und Zinkblecheindeckung auf 2,5 cm starker hölzerner Schalung. Ein Mantel zum Schutz gegen Frost ist nicht angebracht, da das mit etwa mittlerer Jahrestemperatur eintretende Wasser bei dem starken Verbrauch nicht Zeit zum Einfrieren findet. 2,2 m unter dem Boden des eisernen Behälters ist ein Tropfboden aus Wellblech auf eisernen Trägern mit Betondecke und Cementestrich angebracht und in das Ueberlaufrohr entwässert; den oberen Abschlufs des massiven Unterbaus bildet im Aeufsern ein auf Krageisen ruhender Umgang. Tropfboden, äufserer Umgang und das Innere des Behälters sind durch feste eiserne Treppen und Leitern zugänglich gemacht.

Die Zuflufsleitung zum Behälter wird, sobald der höchstzulässige Wasserstand eingetreten ist, durch einen Schwimmer, der auf ein in die Leitung eingeschaltetes Ventil wirkt, selbstthätig geschlossen. Um bei Ausbesserungsarbeiten den Behälter ausschalten zu können, sind in der im Unterbau desselben liegenden Schieberkammer Verbindungen zwischen der 80 mm weiten Zuflufsleitung, der 225 mm weiten Abflufsleitung und der 125 mm weiten Entleerungs- (Ueberlauf-) Leitung angebracht, welche in der Regel durch Schieber geschlossen sind.

Durch Vermittlung der Wasserbehälter werden nur die vier in der Nähe der Locomotivschuppen stehenden Wasserkrahne gespeist (Abb. 6 Bl. 33 u. 34). Aufserdem sind noch an folgenden Stellen Krahne vorhanden, die wegen ihrer geringeren Bedeutung unmittelbar an das städtische Leitungsnetz angeschlossen sind, auch eine etwas geringere Leistung in der Minute haben:

1. in Gruppe IIb des Betriebsbahnhofs für die Verschubmaschinen daselbst;
2. in Gruppe IVe des Betriebsbahnhofs neben einem Gleise, das während der Bauausführung zeitweise die einzige Zufahrt zum Personenzug-Locomotivschuppen gebildet hat;
3. in der Nähe der Gladbacher Strafse (Nr. 19 in Abb. 6 Bl. 33 u. 34) für die Verschubmaschienen des Güterbahnhofs.

Es mag hier noch erwähnt werden, dafs in unmittelbarer Verbindung mit den zur Speisung der Locomotiven dienenden Wasserleitungen ein über den ganzen Güter- und Betriebsbahnhof verzweigtes Wasserrohrnetz für Verbrauchswasser und für Feuerlöschzwecke steht. Die Hauptleitung schliefst mit 200 mm Weite an das städtische Rohr von 300 mm Durchmesser an. Der Querschnitt der Hauptleitung verengt sich allmählich auf 100 mm und ist am Ende wieder mit dem städtischen Rohrnetz verbunden. Im Nothfall kann das erforderliche Wasser durch diesen Hülfsanschlufs allein geliefert werden. Der Druck an der Anschlufsstelle an das städtische Netz beträgt bei einer Wasserabgabe von 4 cbm in der Minute wenigstens 3 Atm. Die Leitungen innerhalb des Bahnhofs sind so berechnet, dafs hierbei, wenn drei der entferntesten Feuerhydranten des Betriebsbahnhofs gleichzeitig in Thätigkeit sind, der letzte derselben noch zwei 10 m hohe Strahlen durch 20 m lange, 50 mm weite Schläuche zu entsenden imstande ist. Für den tiefliegenden, der Zuleitung näher gelegenen Güterschuppen ist, der gröfseren Feuersgefahr dieses Bauwerks entsprechend, sogar eine Strahlhöhe von 20 m der Berechnung zu Grunde gelegt. Vor dem Wagenschuppen sind sechs Hydranten, vor dem Eilgutschuppen acht, vor dem hochliegenden Locomotivschuppen zwei, vor dem tiefliegenden fünf, endlich vor dem Güterschuppen elf Hydranten von 65 mm Ventilöffnung, aufserdem noch mehrere Feuerlöschhähne im Innern dieser Gebäude angebracht.

V. Der Güterbahnhof.

(Abb. 6 Bl. 33 u. 34 und Abb. 1 bis 5 u. 17 bis 18 Bl. 65.)

Der Güterbahnhof Köln-Gereon liegt, wie erwähnt, auf der Innenseite des grofsen Bogens, den die Hauptgleise nach Bingen, nachdem sie aus der Altstadt herausgetreten sind, beschreiben, um sich an die Innenseite der Umwallung zu legen. Derselbe umfafst:

1. die Güterzugeinfahrtsgleise, die gleichzeitig als Ablaufgleise dienen;
2. die Vertheilungsgleise, in die die einzelnen Wagen zur Bildung der Züge ablaufen;
3. den Ortsgüterbahnhof;

und als Nebenanlage

4. den für die Ausbesserung von Güterwagen bestimmten Theil der Betriebswerkstätte und den Oberbaumaterialen-Lagerplatz.

Die Anlagen für den Locomotivdienst der Güterzüge sind, wie bereits erwähnt, mit denen der Personenzüge vereinigt und jenseits der Bingener Hauptgleise untergebracht.

Die Güterzugeinfahrtsgleise und die Theile zu 2, 3 und 4 liegen in der Weise hintereinander, dafs die ersteren sich in die Gleise der Gruppen 2, 3 und 4 spalten. Die letzteren liegen also nebeneinander, und zwar nimmt der Ortsgüterbahnhof naturgemäfs den stadtseitig gelegenen Abschnitt ein, während die Sammelgleise des Verschubbahnhofs in der Mitte und die Betriebswerkstätte unmittelbar neben den Bingener Hauptgleisen liegen.

1. Der Verschubbahnhof. Die Einfahrts-(Ablauf-)gleise (Gruppe 1) sind abgesehen von dem eingeschalteten Ablaufrücken wagerecht angeordnet und zwar in gleicher Höhe mit den Bingener Hauptgleisen, mit denen sie an beiden Enden durch Weichen verbunden sind. Die Gruppen 2, 3 und 4 bilden dagegen eine um 4 m abfallende Ebene, die an dem untern Ende 5,7 m tiefer als die bis dahin um 1,7 m gestiegenen Bingener Hauptgleise liegt. Hierdurch ist die Möglichkeit gewonnen, durch Unterfahrung der Bingener Gleise nach Aachen und Crefeld auszufahren und an den Locomotivschuppen anzuschliefsen.

In die Einfahrts- und Ablaufgleise wird von drei Richtungen eingefahren:

1. Die Züge von Bingen und Trier fahren von Süden ein, indem sie von den Bingener Personenzuggleisen abzweigen.

2. Die vom rechten Rheinufer über den Hauptbahnhof kommenden Züge fahren am Nordende, also in umgekehrter Richtung ein, indem sie vor der Haltestelle Köln-West von den Bingener Hauptgleisen abzweigen.*)

3. Die Züge von Aachen und von Crefeld müssen zunächst den ganzen Güterbahnhof durchfahren, nachdem sie am unteren Ende desselben den Bahnkörper der Bingener Hauptgleise durchkreuzt haben. Ihre Einfahrt in die Ablaufgleise liegt unmittelbar neben der Einfahrt der vorgenannten rechtsrheinischen Züge. Für den Fall, dafs die Ablaufgleise nicht frei sind, bleiben sie zunächst im unteren Theil des Bahnhofs in einem der beiden mit „Einfahrt von Aachen und Crefeld" bezeichneten Gleise stehen und werden zu gelegener Zeit von einer Verschubmaschine in den oberen Bahnhof geholt.

Die Ausfahrt der Züge erfolgt unmittelbar aus den tief gelegenen Gleisen, wo dieselben zusammengestellt werden. Die Züge nach dem rechten Rheinufer müssen jedoch zunächst nach dem oberen Bahnhofs-Ende auf ein neben den Ablaufgleisen liegendes Gleis geschafft werden, und von hier aus erfolgt die Ausfahrt auf demselbem Wege wie die Einfahrt.

Beim Entwurf des Gleisplans für den Verschubbahnhof wurde davon ausgegangen, dafs in der Regel zwei Züge gleichzeitig zum Ablaufen gebracht werden. Es wurde daher für unbedenklich gehalten, den ganzen Bahnhof durch die in der Mitte hindurchgeführten Hauptgütergleise in zwei Theile zu theilen. Die einfahrenden Güterzüge zweigen von den Hauptgleisen jedesmal nach rechts ab, sodafs die von Aachen und Crefeld kommenden Züge in der nördlichen und die von Bingen und Trier kommenden in der südlichen Bahnhofshälfte zu behandeln sind. Da ein Weitergang der Wagen von der Bingener auf die Trierer oder von der Aachener auf die Crefelder Linie und umgekehrt fast gar nicht vorkommt, so ergiebt es sich von selbst, dafs die Züge nach Bingen und Trier aus der Hälfte, wo die Züge von Aachen und Crefeld ankommen (Gruppe I), und die Züge nach Aachen und Crefeld aus der Einfahrtsseite der Bingener und Trierer Züge (Gruppe II) abfahren.

Während das Verschubgeschäft für die durchgehenden Wagen des linksrheinischen Bahnnetzes sich bei dieser Zweitheilung sehr einfach gestaltet, wird dasselbe für den Kölner Ortsverkehr und den rechtsrheinischen Verkehr umständlicher. Denn da die aus diesen Verkehren ankommenden Wagen theils nach Bingen oder Trier, theils nach Aachen oder Crefeld weitergehen und in gleicher Weise sowohl von Bingen und Trier wie von Aachen und Crefeld Wagen für die Kölner Ortsbahnhöfe und die rechte Rheinseite ankommen, so wird es bei Festhaltung der Zweitheilung des Bahnhofs erforderlich, eine gröfsere Zahl Wagen zunächst auf der einen Bahnhofsseite zu sammeln, dann auf die andere Seite zu überführen und dort nochmals auszusetzen.

Um die hiermit verbundenen vermehrten Bewegungen zu vermeiden, wird daher die Theilung des Verschubbahnhofs in zwei Hälften nur in den Zeiten starken Verkehrs, wo gleichzeitiges Ablaufen zweier Züge erforderlich ist, und auch dann nur bei den hierfür besonders geeigneten Zügen durchgeführt, in der Regel jedoch von jedem Ablaufgleise in alle Sammelgleise ablaufen gelassen. Bei der letztgenannten Art des Verschiebens ist die Lage der Hauptgleise mitten zwischen den Sammelgleisen; welche bei den örtlichen Verhältnissen kaum zu vermeiden war, sehr ungünstig. Denn einerseits wird das Ablaufen in die zweite Bahnhofshälfte durch jeden einlaufenden Zug von Aachen oder Crefeld unterbrochen, anderseits hat der Ablaufrücken von der ursprünglich in Aussicht genommenen, in Abb. 6 Bl. 33 und 34 mit *p. R.* bezeichneten Stelle nach der mit *W. R.* bezeichneten, wesentlich ungünstiger gelegenen verlegt werden müssen, um in die auf der anderen Seite der Hauptgleise liegenden Sammelgleise gelangen zu können. Aufser der geringeren Uebersichtlichkeit über die Sammelgleise von der Ablaufstelle aus hat diese Verschiebung des Rückens den Nachtheil, dafs der Weg vom Rücken bis zur letzten Verschiebungsweiche um etwa 100 m länger geworden und dadurch die Wahrscheinlichkeit, dafs ein schnell laufender Wagen einen langsam laufenden einholt, gewachsen ist. Um letzterem Uebelstande zu begegnen, wurden bis vor kurzem die langsam laufenden Wagen durch ein vorgespanntes Pferd in raschere Bewegung versetzt. Pferd und Führer hatten sich eine solche Geschicklichkeit angeeignet, dafs das An- und Abspannen während der Bewegung des Wagens ohne Schwierigkeiten erfolgte. Neuerdings sind zur Ausgleichung der verschiedenen Geschwindigkeiten Büssingsche Gleisbremsen*), d. h. Hemmschuhe, die durch eine an der Aufsenseite der Fahrschiene angebrachte Zwangschiene geführt und am Ende derselben selbstthätig abgeworfen werden, unter gleichzeitiger Erhöhung des Ablaufberges angebracht worden.

Ueber die Gefällverhältnisse, die für das Ablaufen in Betracht kommen, ist folgendes zu bemerken: Die Weichenentwicklung liegt durchweg in einem Gefälle von 1:200, wobei die Geschwindigkeit der ablaufenden Wagen in Berücksichtigung der erheblichen Krümmungswiderstände ziemlich erhalten bleibt. Diese Strecke hat eine Länge von 550 m, also ein Gesamtgefälle von 2,75 m. Hieran schliefsen sich am oberen Ende die wagerechten Aufstellungsgleise und am unteren Ende die mit 1:500 fallenden Vertheilungsgleise, in welchen die Wagen bereits eine Verzögerung erleiden. Das Gefälle der letzteren mufste bis zum Ende des Bahnhofs durchgeführt werden, um daselbst die Bingener Hauptgleise unterfahren zu können. Der in den Ablaufgleisen angebrachte Ablaufrücken, auf welchem die Wagen durch die Maschine gedrückt werden, erhebt sich über dieses Längenprofil etwa um 1,0 m. Wird also angenommen, dafs das Gefälle von 1:200 ausreicht, um die Bewegungswiderstände zu überwinden, so würde diese Ueberhöhung von 1,0 m lediglich auf die Beschleunigung der ablaufenden Wagen einwirken und denselben eine Geschwindigkeit von $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9{,}09 \cdot 1{,}0} = 4{,}25$ m ertheilen. Der Rücken ist möglichst nahe an die erste Vertheilungsweiche gelegt, sodafs diese noch in der Ablauframpe liegt.

Von einigen inzwischen eingetretenen Gleisänderungen mag noch der Ersatz des in Abb. 6 Bl. 33 und 34 hinter dem Güterschuppen gezeichneten Bündels kurzer Verschubgleise durch Freiladegleise erwähnt werden. Diese für das Verschieben nach Stationen bestimmte Gruppe hat sich entbehrlich gezeigt, weil diese Arbeit zweckmäfsig durch die Zugmaschine unmittelbar vor der Abfahrt vom Ausfahrtsgleis aus unter Benutzung der Enden der langen Gleise ausgeführt wird.

*) In Abb. 6 auf Bl. 33 und 34 ist die hierzu erforderliche Weichenverbindung zwischen den Hauptgleisen über der Gladbacher Strafse irrthümlich weggelassen.

*) Vgl. Centralblatt der Bauverw. 1895 S. 116 u. 1898 S. 450.

2. Der Ortsgüterbahnhof. Im Ortsgüterbahnhof Köln-Gereon sind im Jahre 1896/97 folgende Gütermengen behandelt:

	Empfang t	Versand t	Umgeladen t
Stückgut	71 040	73 667	85 658
Wagenladungsgut	170 098	43 298	—
Dienstgut	78 326	5 471	—
zusammen	319 464	122 436	85 658

Dabei ist zu berücksichtigen, dafs innerhalb des eigentlichen Kölns — also abgesehen von den neuerdings eingemeindeten Vororten wie Ehrenfeld, Nippes und Deutz — Köln-Gereon der einzige Bahnhof ist, wo Stückgüter ankommen. Für abgehende Stückgüter ist auch in Köln-Süd Gelegenheit geschaffen, und dort beträgt der jährliche Versand etwa 35 000 t. Im Wagenladungsverkehr wird Köln-Gereon ganz erheblich durch die übrigen Ortsbahnhöfe Süd, Bonnthor und Rheinstation entlastet, sodafs im Ortsbahnhof Köln-Gereon nur etwa 20 v. H. aller in Köln — mit Ausnahme der Vororte — ankommenden und 12 v. H. aller abgehenden Wagenladungsgüter behandelt werden. Eine kleine Verschiebung wird hierin nach der kürzlich erfolgten Aufhebung der Rheinstation eintreten.

Der Ortsgüterbahnhof wird durch die Maybachstrafse Nr. 11 der Abb. 6 auf Bl. 33 und 34 begrenzt und ist nach derselben nur durch wenige den Querstrafsen gegenüberliegende Thore geöffnet. Er umfafst, am unteren — nordöstlichen — Ende beginnend, folgende Abtheilungen:

1. Die Anlagen für zollpflichtige Gegenstände, bestehend aus einem Viertel des grofsen Güterschuppens, einigen theils an der hinteren Langseite, theils an der Kopfseite des Schuppens gelegenen Ladegleisen für Wagenladungen und einem Zollabfertigungsgebäude;
2. den Schuppen für den (nicht zollpflichtigen) Stückgüterverkehr mit Ladegleisen auf der Rückseite und Ladestrafsen für Landfuhrwerk auf der Vorder- und der Kopfseite;
3. die Anlagen für den Wagenladungsverkehr, bestehend aus mehreren Kopfgleisen mit zwischenliegenden zungenförmigen Ladestrafsen;
4. einen Schuppen für feuergefährliche Gegenstände (Feuerzeugschuppen) mit Zufahrtgleisen und Vorplatz. In demselben ist eine Abtheilung für steuerpflichtige inländische Güter (hauptsächlich Spiritus) abgetrennt;
5. in unmittelbarer Verbindung hiermit eine geräumige Laderampe. Diese hat an Bedeutung verloren, seitdem der gröfste Theil des Viehverkehrs nach dem neuen städtischen Schlacht- und Viehhof verlegt ist.

Für den Wagenladungsverkehr sind nachträglich mit Rücksicht auf die bei Aufhebung der Rheinstation zu erwartende Verkehrszunahme noch einige Erweiterungen ausgeführt, darunter die gestrichelt angedeutete Verlängerung des äufsersten Ladegleises und die bereits erwähnte Anlage von Ladestrafsen hinter dem Güterschuppen.

Das Güterabfertigungsgebäude, das ohne Rücksicht auf die inzwischen bereits eingetretene Erweiterung in den Abb. 1 bis 5 auf Bl. 65 dargestellt ist, liegt dem Güterschuppen gegenüber auf der anderen Seite der Ladestrafse. Neben demselben ist noch ein geräumiges Uebernachtungsgebäude für auswärtige Zug- und Locomotivbeamte errichtet.

Besonderes Interesse bieten die Anlagen für den Stückgutverkehr. Wie im Verschubbahnhof Köln-Gereon die aus den verschiedenen Richtungen eintreffenden Züge auseinandergerissen und die einzelnen Wagen theilweise den Kölner Ortsgüterbahnhöfen zugeführt und theilweise mit den von dort kommenden Wagen zu neuen Zügen zusammengesetzt werden, so werden im Güterschuppen die aus verschiedenen Richtungen kommenden Stückgutwagen aufgelöst und die einzelnen Sendungen theilweise den Empfängern in Köln zugeführt und theilweise mit den in Köln aufgegebenen Stückgütern zu neuen Wagenladungen vereinigt. Dieselben Gründe, die dazu geführt haben, die Umbildung der Züge an eine Stelle zu legen, wo grofser Zu- und Abgang von Wagen eintritt, sprechen auch dafür, die Umbildung der Stückgutwagen an den Haupt-Ab- und Zugangsstellen der Stückgüter vorzunehmen. Je bequemer die Verbindung zwischen Umladebühne und Ortsgüterschuppen ist, um so einfacher wird das Ladegeschäft, und in dieser Beziehung ist die vollständige Zusammenlegung beider am günstigsten, weil hierbei jede Zwischenbewegung der Eisenbahnwagen zwischen Umladebühne und Ortsgüterschuppen fortfällt. Der Durchgangsverkehr hat hierbei gleichviel Beziehungen zur Empfangsabtheilung wie zur Versandabtheilung des Ortsverkehrs, da die Durchgangsgüter zusammen mit den ankommenden Stadtgütern ausgeladen und mit den abgehenden wieder eingeladen werden. Beide Abtheilungen müssen daher in bequemer Verbindung mit dem Durchgangsverkehr und daher auch untereinander liegen. In Köln ist dieses dadurch erreicht, dafs beide in einem gemeinschaftlichen rechteckigen Güterschuppen untergebracht sind, an dessen einer Langseite sich die Ladegleise befinden, während auf der anderen Langseite und einer Kopfseite die Ladestrafse für Landfuhrwerk angeordnet ist.

Für das Verhältnifs zwischen Länge und Breite des Schuppens (s. Abb. 18 Bl. 65) war die Rücksicht mafsgebend, dafs der Weg von den am Schuppen stehenden Wagen, mögen dieselben nun Eisenbahnfahrzeuge oder Landfuhrwerk sein, nach jedem beliebigen Lagerplatz möglichst kurz zu halten ist. Denn es mufs, von einzelnen Ausnahmen abgesehen, von jedem ankommenden Eisenbahnwagen Gut auf alle Lagerplätze, nämlich sowohl auf die Plätze für ankommendes Ortsgut wie auf die Sammelstellen für abgehendes Gut vertheilt werden. In gleicher Weise wird das mit Landfuhrwerk angefahrene Stadtgut, da in Köln die für die Entlastung der Ladestrafse sehr vortheilhafte Einrichtung besteht, dafs an jeder beliebigen Annahmestelle Gut nach allen Richtungen aufgegeben werden kann, auf sämtliche Sammelstellen verfahren. Um möglichst kurze Wege zu erzielen, ist daher die Längsrichtung des Schuppens im Vergleich mit anderen Anlagen erheblich eingeschränkt und zur Gewinnung der erforderlichen Lagerflächen die Breite entsprechend gröfser, nämlich zu 38,25 m zwischen den Umfassungswänden gewählt. Die Einschränkung der Schuppenlänge findet ihre Grenze darin, dafs am Umfange die nöthige Ladelänge, insbesondere für Eisenbahnfahrzeuge vorhanden sein mufs. Je weniger Längenentwicklung die Ladegleise verlangen, um so kürzer kann also der Schuppen gehalten werden. Dieses hat dazu geführt, ähnlich wie es auch beim alten Güterschuppen der Fall war, die Ladegleise nicht parallel zum Schuppen, sondern senkrecht zu demselben neben einzelne Zungenbühnen, die von der an der Langseite des Schuppens sich hinziehenden Längsbühne ausgehen, zu legen (Abb. 18 Bl. 65). Da jedes Ladegleis zwei Eisenbahn-

wagen aufnehmen kann, so können an den beiden Seiten jeder Zungenbühne vier Wagen stehen. Der Abstand von Mitte bis Mitte Zungenbühne beträgt aber nur 13,5 m, also $1^1/_2$ bis $1^3/_4$ Wagenlängen. Demnach können auf die gleiche Schuppenlänge im Verhältnifs von 4 zu $1^1/_2$ bis $1^3/_4$ oder rund $2^1/_2$ mal so viel Wagen untergebracht werden, als bei Anordnung eines Längsladegleises. In demselben Verhältnisse wird die Längsbewegung der Güter im Schuppen kürzer. Dafs die Querbewegung im Mittel um die halbe Länge der Zungenbühne und die Hälfte der Mehrbreite des Schuppens länger wird, spielt bei dem erheblichen Vorwiegen des Längstransportes keine grofse Rolle. Die Ladestrafse für die Landfuhrwerke erhält bei dieser Anordnung noch ausreichende Länge, zumal da es in Köln üblich ist, dafs sich die Landfuhwerke mit der Rückseite gegen die Ladebühne setzen.

Die einzelnen Ladegleise sind mittels Drehscheiben an das dem Schuppen parallel liegende Stammgleis angeschlossen. Hierdurch wird der weitere Vortheil erreicht, dafs die Wagen fast in beliebiger Reihenfolge ein- und ausgesetzt werden können, ohne das Ladegeschäft der übrigen zu stören. Allerdings ist die Beförderung der Wagen von den Sammelgleisen, in welche sie vom Ausziehgleise ablaufen, über die Drehscheibe in die Ladegleise kostspieliger, als die Zuführung durch Weichen sein würde. Bis vor kurzem wurden hierzu Pferde benutzt. Der anfänglich geplante Wasserdruckantrieb mufste aus nicht näher zu erörternden Gründen aufgegeben werden. Neuerdings ist elektrischer Antrieb für die Bewegung der Drehscheiben und das Heranholen der Wagen eingerichtet.

Der ganze Güterschuppen hat eine Länge von 270 m; hieraus ergiebt sich die Grundfläche innerhalb der Umfassungsmauern zu 10215 qm. Hiervon ist jedoch wie erwähnt ein Viertel für den Verkehr der zollpflichtigen Güter abgetrennt, sodafs für den freien Verkehr bei 202,5 m lichter Länge 7740 qm verbleiben. Die Benutzungsweise dieses Theiles ist folgende. Der gröfsere an die Zollabtheilung anschliefsende Abschnitt, nämlich 4400 qm, dient für die Lagerung der zum Abgang bestimmten Ortsgüter und Durchgangsgüter. Derselbe ist den verschiedenen Bestimmungsstationen, die für die Verladung mafsgebend sind, entsprechend in etwa 75 Lagerstellen, welche um den einzelnen Zwischenpfosten der Dachbinder gebildet sind, eingetheilt. Das von der Stadt angefahrene und das Durchgangsgut lagert hier so lange, bis ein für die betreffende Station oder Strecke bestimmter Curswagen bereitzustellen ist oder sich eine volle Wagenladung angesammelt hat. Der westliche Schuppenabschnitt, umfassend rund 3100 qm, wird für die angekommenen Ortsgüter benutzt, und zwar ist hier wiederum folgende Eintheilung getroffen. Am äufsersten Ende auf einer Bodenfläche von etwa 650 qm werden die durch den amtlichen Güterbestätterer abzufahrenden Güter gelagert. Da der Güterumschlag hier bei weitem am lebhaftesten ist, ist es günstig, dafs aufser den beiden Thoren an der Langseite vier Thore an der Kopfseite zur Verfügung stehen. Die anschliefsenden 770 qm dienen verschiedenen Spediteuren. Auf der Restfläche von 1670 qm lagern diejenigen Güter, die von dem Empfänger selbst abgeholt werden und zwar zur leichteren Auffindung getrennt nach den Strecken, von welchen sie kommen und nach der Art der Verpackung.

Von den stadtseitig gelegenen Schuppenthoren werden 12 Stück für das Anbringen der Ortsgüter und 15 Stück einschl. der 4 am Kopf gelegenen für die Abfuhr mittels Landfuhrwerk benutzt.

Eine ähnliche Scheidung in der Benutzungsweise der gleisseitig gelegenen Thore sowie der Ladegleise selbst findet nicht statt, da die meisten Eisenbahnwagen an derselben Stelle wo sie entladen sind, auch wieder beladen werden. Eine Ausnahme hiervon machen jedoch diejenigen Wagen, die ausschliefslich mit Kölner Ortsgut beladen ankommen. Auf die Wiederbeladung derselben kann in der Regel verzichtet werden, da die Zahl der zu beladenden Wagen wegen besserer Ausnutzung der Tragfähigkeit durchweg geringer ist, als die Zahl der zu entladenden Wagen. Die Wagen mit Kölner Ortsgut werden daher stets an die Empfangsabtheilung gesetzt, da sich hierbei die Wegelänge für die Beförderung des Gutes über den Schuppen in die Landfuhrwerke am kürzesten ergiebt.

Das Ladegleis für diese Wagen ist abweichend von den übrigen Ladegleisen parallel zum Schuppen angelegt. Die hierdurch ermöglichte Bedienung desselben durch Maschinen ist bei dem häufigeren Wagenwechsel, der sich aus dem Fortfall der Wiederbeladung ergiebt, von besonderem Vortheil. Das Gleis kann bei 47 m Länge sechs Wagen aufnehmen. Ein zweites paralleles Ladegleis liegt am Kopf einer 20 m breiten Zungenbühne. Dieses wird zur Ent- und Wiederbeladung von solchen Wagen benutzt, die wegen ihres langen Radstandes auf den Drehscheiben keinen Platz haben. Die Gesamtzahl aller an dem Schuppen für den freien Verkehr gleichzeitig aufzustellenden Eisenbahnwagen beträgt 50 Stück, wovon 42 auf die Zungenbühnen entfallen.

In der Zollabtheilung ist Gelegenheit zur Aufstellung von acht Wagen an den Zungenbühnen und von vier Wagen im Inneren vorhanden. Die Zungenbühnen besitzen hier nur die Länge eines Eisenbahnwagens, da in der Zollabtheilung wegen der umständlicheren Behandlung auf die gleiche Schuppenfläche weniger Ladelänge erforderlich ist.

Zur Zuführung der Eisenbahnwagen dient das dem Schuppen zunächst gelegene Parallelgleis. In diesem sind Drehscheiben von theils 6, theils 8 m Durchmesser in der Weise angeordnet, dafs von jeder derselben zwei Ladegleise und aufserdem ein kurzes Stumpfgleis, das zum Beiseitesetzen einzelner Wagen benutzt werden kann, abzweigen. Das mit dem Zufuhrgleis parallele zweite Gleis dient zur Abführung der Wagen nach Bingen und Trier, das dritte für die Wagen nach Aachen und Crefeld. Die Einstellung in die Züge nach Aachen und Crefeld ist möglich, ohne den Ablaufkopf zu berühren, indem die Wagen nach dem unteren Bahnhofs-Ende gebracht und von dem Ausfahrtsgleis aus eingesetzt werden.

Zwischen den Ladegleisen und dem Ablaufgleis sind eine grofse Zahl Gleise angelegt, in welchen die Wagen in den unvermeidlichen Zwischenpausen zwischen dem Ein- oder Aussetzen und der Behandlung am Schuppen aufgestellt werden.

Ueber Einzelheiten des Güterschuppens mag noch folgendes gesagt werden. Die Schuppenwände sind massiv in $1^1/_2$ Stein Stärke ausgeführt und haben in jeder Binderachse an der Innenseite um einen Stein vortretende Pfeilervorlagen erhalten. Das Dach besteht aus hölzernen Bindern mit einer doppelten Papplage auf Schalung (Abb. 17 Bl. 65). Die Binderentfernung beträgt 6,75 m, sodafs auf jede der gleisseitigen Zungenbühnen zwei Binderfelder entfallen. Die Thore auf der Gleisseite sind, soweit die Zungenbühnen reichen, in der Mittellinie derselben, also in jedem zweiten Felde angelegt und haben 4,0 m Lichtweite. Im übrigen sind die Thore 2,5 m weit und befinden sich

in jedem Felde. Jedoch sind sie in der Versandabtheilung auf der Seite der Ladestrafse in jedem dritten Felde fortgelassen, um hier Raum für die Lademeisterbuden zu erhalten. Jeder Dachbinder hat aufser den Endauflagern fünf hölzerne Zwischenstützen in Abständen von 6,37 m erhalten. Diese tragen die Aufschriften für die ringsum angeordneten einzelnen Lagerstellen und beeinträchtigen die Benutzung des Schuppens in keiner Weise. Auf beiden Langseiten steht das Dach 4,0 m vor der äufseren Mauerfläche vor. Die Beleuchtung erfolgt, abgesehen von dem geringen Lichteinfall durch die geöffneten Thore und die darüber in den Wandflächen sitzenden Fenster, in ausgiebiger Weise durch ein 4 m breites, in ganzer Länge durchgeführtes Firstoberlicht und die seitlich hiervon in jedem Binderfelde angebrachten Einzeloberlichter von je 8 qm Grundfläche. Die einzelnen Oberlichter bilden Sättel, deren Glasflächen unter 45° geneigt sind.

Die Zungenbühnen besitzen besondere von dem Dach des Schuppens unabhängige Ueberdeckungen, die etwas über die Mitte der zugehörigen Ladegleise ausladen. Die Höhe derselben ist durch die Freilassung des lichten Raumes bedingt. Die Höhe des Daches des Hauptschuppens ergiebt sich dann, da dieses die Seitendächer noch etwas überdeckt, an den Seitenwänden zu 5,7 m und im First zu 8,1 m vom Fufsboden bis Unterkante Dachschalung.

Der Fufsboden besteht im Innern des Schuppens aus 5 cm starken ungehobelten kiefernen Brettern. Diese sind auf den 10×10 cm starken und 0,75 m von einander entfernten Lagerhölzern, die mit durchlaufender Ziegelflachschicht unterlegt und mit Carbolineum getränkt sind, durch Nagelung befestigt. Zur Verminderung der Abnutzung und des Bewegungswiderstandes sind zwei Längsfahrten von 2,3 m Breite und zwischen je zwei Lagerstellen Querfahrten von 2 m Breite durch einen Belag aus 4 mm starkem Eisenblech gebildet. Die einzelnen Platten sind an allen vier Rändern durch 5 cm lange Holzschrauben mit versenkten Köpfen in höchstens 25 cm Abstand, aufserdem auf den Lagerhölzern durch 9 cm lange Holzschrauben befestigt. Auf diesen Fahrbahnen können Lasten von 2000 kg mittels der üblichen Stechkarren ohne Schwierigkeit bewegt werden. Das Geräusch ist durch den Eisenbelag erheblich vermindert.

Die Bühnen aufserhalb der Umfassungswände haben einen Belag theils aus Gufsasphalt, theils aus geprefsten Asphaltplatten auf 10 cm starker Lage aus Kies-Cementbeton erhalten. Die strafsenseitige Bühne besitzt eine Breite von nur 1,5 m, damit die Fuhrleute gezwungen werden, an den Thoren selbst und zwar nur soviel abzuladen, als auf der Waage bewältigt werden kann. Die gleisseitige Längsbühne ist 2 m breit.

Einige Ladekrahne sind so angebracht, dafs sie sowohl von der Empfangs- wie von der Versandabtheilung benutzt werden können. Die Beleuchtung des Schuppens bei Nacht erfolgt mit Gas. Dafs wegen der Feuergefährlichkeit desselben mehrere Feuerlöschhydranten vor dem Schuppen aufgestellt sind, wurde bereits erwähnt.

VI. Maschinenanlagen.

1. Bauliche Anlagen. Zur Erzeugung des zum Betriebe der Gepäck- und Postaufzüge erforderlichen Druckwassers und des für die Beleuchtung des Personenbahnhofs und der Gleisanlagen des Betriebs- und des Hauptgüterbahnhofs dienenden elektrischen Stromes ist eine gemeinschaftliche Anlage in der Nähe der Hauptverbrauchsstelle errichtet, weil sich diese in Ausführung und Betrieb wesentlich billiger stellte, als die Theilung in mehrere kleine Anlagen. Für die Aufstellung der Maschinen fanden sich, nachdem sich der Benutzung der anfänglich in Aussicht genommenen Baustelle unüberwindliche Schwierigkeiten entgegengestellt hatten, geeignete Räume in den unter III beschriebenen Viaducten an der Maximinenstrafse. Für die Unterbringung der Kessel, für die sich die überwölbten Räume nicht eigneten, stand auf der anderen Seite der Strafse ein beim Grunderwerb für den Bahnhof angekauftes Restgrundstück zur Verfügung.

Die Maschinenräume und das Kesselhaus sind durch zwei begehbare Tunnel, die die Maximinenstrafse unterhalb der städtischen Wasser- und Gasrohre und oberhalb des städtischen Canals durchschneiden, verbunden (in Text-Abb. 3 auf Seite 303 angedeutet). Der eine dient zur Aufnahme der verschiedenen Rohrleitungen für Dampf, Abdampf, Druckwasser und Speisewasser der Pumpen und findet seine Fortsetzung in dem den Bahnhof der Länge nach durchziehenden, unter dem Fufsboden des Untergeschosses liegenden begehbaren Rohrcanal mit seinen Zweigcanälen. Der zweite Tunnel unter der Strafse wird zur Beförderung der zur Heizung der Kessel erforderlichen Kohlen benutzt. Es ist nämlich unter dem Viaductraum Achse 25/26 (Text-Abb. 3 Seite 303) ein sehr geräumiger Kohlenkeller angelegt und mit dem zwischen Gleis VII und VIII liegenden Gepäcksteig durch eine Kohlenrutsche, die aus einer zickzackförmig geführten, unter 35° geneigten schweifseisernen Röhre von rechteckigem Querschnitt (70 cm breit, 40 cm hoch) besteht, verbunden. Die Entladung der Kohlen in die Rutsche vom benachbarten Gleise aus erfolgt in der Regel bei Nacht in denjenigen Zeiten, wo der Hauptbahnhof für den Personenverkehr geschlossen ist, also ohne irgend welche Belästigung der Reisenden. In der übrigen Zeit ist die Oeffnung, mit der die Schüttrinne in den Bahnsteig mündet, so abgedeckt, dafs sie kaum bemerkbar ist. Aus dem Kohlenkeller werden die Kohlen je nach Bedarf in kleinen eisernen Wagen durch den Tunnel in den Keller des Kesselhauses gefahren und dort durch einen kleinen Druckwasseraufzug mit Uebersetzung zum Hauptgeschofs gehoben. Der gut beleuchtete und gut gelüftete Keller, der unter dem Kesselhaus, soweit dieses nicht von den Kesseln in Anspruch genommen ist, angelegt ist, dient aufser zu der vorbeschriebenen Kohlenbeförderung noch zur Unterbringung der verschiedenen Rohrleitungen und zur Aufstellung eines Vorwärmers, in dem das Speisewasser vor dem Eintritt in die Kessel durch den Abdampf der Maschinen auf etwa 95° vorgewärmt wird.

2. Kesselanlage. Im Hauptgeschofs des Kesselhauses befinden sich

3 Wasserröhrenkessel, Bauart Dürr, für 9 Atm. Dampfspannung mit je 174 qm wasserberührter Heizfläche und 3,64 qm Rostfläche, sowie Raum für einen vierten Kessel;

2 Wasserbehälter zur Aufnahme des Speisewassers;

2 Druckpumpen zur Kesselspeisung (davon eine zur Aushülfe); der bereits genannte Kohlenaufzug.

Jeder Kessel kann durchschnittlich 2550 kg, ausnahmsweise 3200 kg Wasser in der Stunde verdampfen. Die Kessel waren bereits in Bestellung gegeben, als noch die Absicht vorlag, die elektrische Beleuchtung der Directionsbureaus mit der Anlage zu verbinden. Bei dem gegenwärtigen Umfang kann ein einziger Kessel den gesamten Dampf liefern. Doch steht im Winter bei Nacht ein zweiter Kessel noch unter Feuer. Das Kesselspeisewasser wird der städtischen Wasserleitung entnommen,

doch wird, da dasselbe viel Kesselstein absetzt, auf möglichste Wiederverwendung des Condenswassers gehalten. Die Kessel haben aufser dem Arbeitsdampf für den Betrieb der Pumpen und der Dynamomaschinen auch den Heizdampf für die Niederdruck-Dampfheizung, mit welchem das Inselgebäude, das Vordergebäude und einige Viaducträume erwärmt werden, soweit der Abdampf der Arbeitsmaschinen hierzu nicht ausreicht, zu liefern.

3. Maschinenanlage. Die Druckpumpen sowohl wie die Dynamomaschinen sind so berechnet, dafs eine Maschine für die gröfste Leistung ausreicht und eine zweite zur Aushülfe vorhanden ist. Wenn hierbei auch die Anlagekosten etwas theurer werden, als beispielsweise bei Vertheilung der Gesamtleistung auf zwei Maschinen und Beschaffung einer dritten von gleicher Gröfse zur Aushülfe, so stellen sich doch die Betriebskosten bei der gewählten Anordnung, bei welcher immer nur eine Maschine läuft, erheblich günstiger. Die Druckpumpen sind von der Maschinenfabrik von Haniel u. Lueg in Düsseldorf, die Dynamomaschinen, die Lampen und die Installation der elektrischen Beleuchtung von Siemens u. Halske in Berlin und die zu den Dynamos gehörigen Dampfmaschinen von Kuhn in Stuttgart geliefert.

Die Druckpumpen sind mit den zugehörigen liegenden Dampfmaschinen so zusammengebaut, dafs der Pumpenkolben die Verlängerung des Dampfkolbens bildet und Dampf- und Pumpencylinder auf einem gemeinschaftlichen Rahmen ruhen. Sie machen bei mittlerer Leistung 60 Hübe in der Minute und sind darauf berechnet, dafs jede innerhalb einer halben Stunde das Druckwasser liefern kann, welches innerhalb dieser Zeit:

1. von den 12 Gepäck- und Postaufzügen bei dem erfahrungsmäfsig stärksten Verkehr (125 Hübe für beladene, 35 für leere Karren),

2. von mehreren nicht zur Ausführung gelangten Anlagen (Beförderung der Eisenbahnpostwagen zwischen Bahnhof und der anfänglich geplanten Postverladestelle beim Hauptpostamt, Bewegung der Drehscheiben und Spille am Güterschuppen, Bewegung der Krahne zum Kohlenverladen) im täglichen Durchschnittsverkehr verbraucht wird. Der Druck an der Erzeugungsstelle ist auf 50 Atm. bemessen und der der Verbrauchsstelle auf 45 Atm. angenommen. Für die Aufzüge ergab sich dann ein Druckwasserbedarf von 4800 l, für die übrigen Anlagen von 2225 l in einer halben Stunde. Dazu wurde 4 v. H. Verlust und eine Verkehrssteigerung von etwa 23 v. H. hinzugerechnet, woraus der Gesamtbedarf sich zu 9000 l in einer halben Stunde oder zu 300 l in der Minute ergab. Die zugehörige Dampfmaschine hat unter Annahme eines Güteverhältnisses von 75 v. H. unter Berücksichtigung einiger Nebenleistungen 50 Pferdestärken, welche sich ohne Nachtheile um 25 v. H. steigern läfst, erhalten.

Zur Ausgleichung kurzer Schwankungen im Verbrauch sind zwei Druckwassersammler aufgestellt, bestehend aus je einem aufrecht stehenden Cylinder von 5 m Höhe, in welchem sich ein mittels Stopfbüchse abgedichteter entsprechend belasteter Kolben von 36 cm Durchmesser, also 0,102 qm Querschnitt, bewegt. Die in jedem Sammler aufzuspeichernde Wassermenge beträgt danach 510 l und reicht aus, um mit Hülfe der innerhalb eines Zeitraumes von 32 Secunden von der Druckpumpe zu liefernden 160 l die Hälfte aller genannten Wasserdruckmaschinen gleichzeitig zu bewegen. Der zweite Sammler bietet also eine doppelte Sicherheit. Die Sammler sind, da sie wegen ihrer Höhe nicht wohl in den Viaducträumen aufgestellt werden konnten, in einem thurmartig erhöhten Anbau des Kesselhauses untergebracht (in Text-Abb. 3 Seite 303 angedeutet). Das von den Dampfpumpen nach den Aufzügen gehende Wasserrohr hat daher eine durch den Rohrtunnel geführte Zweigleitung nach diesen Sammlern erhalten. Sobald der Kolben des einen etwas geringer belasteten Sammlers infolge des Wasserverbrauchs bis zu einem bestimmten Stande gesunken ist, wird durch eine Wasserdruckverbindung zwischen Kesselhaus und Maschinenraum die Druckpumpe selbstthätig in Bewegung gesetzt. Die Wartung der letzteren ist daher eine sehr einfache.

Die Gepäck- und Postaufzüge sind wie die meisten derartigen Anlagen in Bahnhöfen unmittelbar wirkende, d. h. die durch den Wasserdruck bewegten Kolben wirken ohne Zwischenschaltung von Uebersetzungen unmittelbar auf die Unterseite der Bühne. Gegengewichte zur Ausgleichung des Eigengewichtes der Bühne sind nicht vorhanden. Die Kolben haben einen Durchmesser von 9 cm, also einen Querschnitt von 63,6 qcm. Danach kann eine Gesamtlast von 2900 kg gehoben werden. Bei einer mittleren Hubhöhe von 4,3 m haben die Aufzüge einen Wasserverbrauch von 27,3 l. Das Abwasser fliefst wieder der Pumpe oder dem Wasserbehälter zu. Die Anordnung der Aufzüge im einzelnen entspricht mehr der im Bahnhof Hannover und bei der Berliner Stadtbahn, als der im Hauptbahnhof Frankfurt angewandten. Insbesondere ist die Steuervorrichtung am Aufzuge selbst und zwar so angebracht, dafs die Umsteuerung sowohl von Bahnsteighöhe wie von der Tunnelsohle und endlich auch vom Aufzug selbst aus erfolgen und durch jeden Gepäckträger, der im Besitz des erforderlichen Schlüssels ist, bewirkt werden kann. Zur Vermeidung von Unfällen ist zwischen der Steuerwelle, die vom Bahnsteig nach der Tunnelsohle hinunterführt, und den Schlagschranken, durch die die Zufahrt zur Bühne abgesperrt ist, die Abhängigkeit hergestellt, dafs die Schranken so lange in geschlossener Stellung verriegelt sind, bis die Bühne ihre Endlage erreicht hat, und dafs bei geöffneter oberer oder unterer Schranke die Steuerwelle nicht gedreht werden kann. Unzuträglichkeiten aus der unmittelbaren Bedienung der Aufzüge durch wenig sachkundige Leute haben sich in keiner Weise ergeben. Die Aufzugsbühne ist 2,9 m lang und 1,7 m breit. Die zugehörigen Gepäckkarren sind 1,8 m lang, und ihre Ladebreite ist durch die auf den Bühnen angebrachten Bügel, durch welche die das Aufzugsloch schliefsenden Klappen gehoben werden, auf 1,6 m beschränkt. Die Aufzüge sind theils von Haniel u. Lueg in Düsseldorf, theils von Neumann in Eschweiler geliefert.

4. Elektrische Beleuchtung. Für die elektrische Beleuchtung ist Gleichstrom gewählt, um die Möglichkeit zu haben, die elektrische Arbeit in Sammlern aufzuspeichern und zu geeigneter Zeit wieder zu entnehmen.

Das ganze Beleuchtungsgebiet ist in zwei Hauptgruppen getheilt. Die erste Gruppe umfafst den Hauptpersonenbahnhof. Für diese ist die Klemmspannung zu 120 Volt gewählt und später, ohne dafs ein unruhiges Brennen der Lampen oder sonstige Nachtheile eingetreten wären, unter Verminderung der künstlich eingeschalteten Leitungswiderstände auf 110 Volt herabgesetzt. Die zur Beleuchtung der Gleise, der Bahnsteige, der Wartesäle, der Personentunnel und der Haupträume des Vordergebäudes dienenden Bogenlampen sind zu zweien hintereinander geschaltet, und jedes Bogenlampenpaar ist durch eine besondere

Hin- und Rückleitung mit dem Schaltbrett im Maschinenraum verbunden, sodafs dasselbe hier unabhängig von den übrigen Lampen ein- und ausgeschaltet werden kann. Eine Ausschaltung in der Nähe der Lampen ist nicht vorhanden. Die Zahl der Lampenpaare beträgt 49, der gesamte Stromverbrauch für dieselben 438 Amp.

Zu dieser Hauptgruppe gehört auch noch eine gröfsere Anzahl von Glühlampen, durch die der mit dem Wartesaal 1. und 2. Klasse verbundene Speisesaal, das Damenzimmer und Zimmer für hohe Herrschaften, die Fahrkartenausgabe, die Kaiserzimmer, die Uhren und einige Einzellampen beleuchtet werden. Die Glühlampen sind alle parallel geschaltet und zu mehreren kleineren Gruppen, die besondere Zuleitungen vom Schaltbrett besitzen, zusammengesetzt. Die Rückleitung ist zum Theil für mehrere dieser Gruppen gemeinschaftlich. Jede Hinleitung hat am Schaltbrett einen Ausschalter erhalten, sodafs die einzelnen Gruppen hier ein- und ausgeschaltet werden können. Aufserdem sind, um die Stärke der Beleuchtung dem wechselnden Bedürfnifs anpassen zu können, örtliche Ausschalter für einzelne oder mehrere Lampen vorhanden.

Die Gesamtzahl aller Glühlampen beträgt 290, und diese würden bei gleichzeitigem Brennen etwa 180 Amp. verbrauchen. Da jedoch die Kaiserzimmer und die Fürstenzimmer, die fast die Hälfte aller Lampen enthalten, nur ausnahmsweise beleuchtet werden, auch in den übrigen Räumen in der Regel nicht alle Flammen brennen, so genügte es, die Dynamomaschinen auf eine gesamte Leistung von 500 Amp. bei 120 Volt, wovon 438 Amp. auf das Bogenlicht entfallen, zu bauen. Bei der inzwischen eingeführten Einschränkung der Spannung auf 110 Volt können noch 45 Amp. mehr geleistet werden. Bei Beleuchtung der Kaiserzimmer mufs dann, wenn nicht die zweite Maschine in Gang gesetzt werden soll, die übrige Beleuchtung etwas eingeschränkt, beispielsweise in der Fahrkartenausgabe nur Gas benutzt werden, um eine Ueberanstrengung der Maschine zu vermeiden.

Da bei dunklem Wetter das Bedürfnifs einer künstlichen Beleuchtung der Tunnel und der unter der Bahnsteighalle gelegenen Wartesäle sehr früh, theilweise schon bei Tage eintritt, sind, um bei diesem geringen Lichtverbrauch nicht die grofse Maschine in Bewegung setzen zu müssen, nachträglich elektrische Sammler, Bauart Pollak in Frankfurt a. M., mit einem Fassungsvermögen von etwa 500 Ampère-Stunden bei 110 Volt Spannung aufgestellt. Diese werden von den Hauptmaschinen, wenn diese nur theilweise belastet laufen, gespeist, nachdem der Strom durch einen Transformator, d. h. eine durch einen Elektromotor getriebene Dynamomaschine in einen solchen von 190 Volt Spannung umgewandelt ist. Durch die Aufstellung der Sammler ist es auch möglich geworden, sämtliche vorhandenen Lampen einschliefslich der in den Kaiserzimmern befindlichen mehrere Stunden gleichzeitig brennen zu lassen.

Da die Länge der zu den Glühlampen führenden Leitungen nur gering ist, so konnte ihr Querschnitt ohne erhebliche Kosten so gewählt werden, dafs in denselben ein Spannungsverlust von höchstens 5 Volt entsteht, die Lampen selbst also 105 Volt verbrauchen. Dementsprechend sind auch die Schwankungen in den Spannungen bei wechselnder Zahl der eingeschalteten Lampen nur gering, was für die Haltbarkeit der Lampen sehr günstig ist. Die mittlere Brenndauer derselben hat sich infolge dessen zu reichlich 1000 Brennstunden, bei einigen derselben noch erheblich gröfser ergeben. Nur für die Beleuchtung der Kaiserzimmer ist, um für die erheblich längere Zuleitung keine zu grofsen Querschnitte zu erhalten, ein Spannungsverlust von 10 Volt zugelassen, also sind die Lampen auf 100 Volt eingerichtet. Starke Spannungsschwankungen bei nur theilweiser Beleuchtung werden hier dadurch vermieden, dafs, wenn nur wenige Lampen brennen, selbstthätig ein künstlicher Widerstand eingeschaltet wird.

Die zweite Hauptgruppe des Beleuchtungsgebietes umfafst die Gleise des Betriebs- und des Güterbahnhofs. Diese enthält nur Bogenlampen. Da die Zuleitungen eine erhebliche Länge haben, schien zur Verminderung ihrer Kosten die Anwendung der für den Hauptbahnhof gewählten niedrigen Spannung von 120 Volt nicht zweckmäfsig. Daher sind hier jedesmal acht Lampen hinter einander geschaltet, und demgemäfs ist die Spannung zu 450 Volt bestimmt. Jede dieser Gruppen von acht Lampen hat eine besondere Hin- und Rückleitung zum Schaltbrett des Maschinenhauses; hier erfolgt die Ein- und Ausschaltung. Oertliche Schaltvorrichtungen sind nicht angebracht. Im ganzen sind sieben Stromkreise mit theils 15, theils 9 Amp. Stromstärke, also 56 Lampen vorhanden. Ihr Stromverbrauch beträgt $2 \cdot 15 + 5 \cdot 9 = 75$ Amp.

Beide Dynamomaschinen, also die von 110 Volt und die von 450 Volt haben eine gemeinschaftliche Welle, die durch die zwischenliegende Dampfmaschine ohne weitere Uebersetzung in 150 Umdrehungen in der Minute versetzt wird. Die Dampfmaschine hat also eine stündliche Arbeit von $500 \cdot 120 + 75 \cdot 450$ Volt-Ampère gleich 94 Kilowatt oder rund 150 Pferdestärken zu leisten.

5. Heizung. Die zur Heizung des Vordergebäudes, des Inselgebäudes, der Aborte auf dem Bahnsteig und einiger Viaducträume erforderliche Wärmemenge wird gleichfalls in dem Kesselhaus an der Maximinenstrafse erzeugt und in der Form von niedrig gespanntem Dampf, dessen Rohrleitungen in einem weitverzweigten Canalnetz unter dem Fufsboden des Untergeschosses des Bahnhofs liegen, den einzelnen Verbrauchsstellen zugeführt. Die gesamte Heizungs- und Lüftungsanlage ist von der Firma Käuffer u. Co. in Mainz ausgeführt worden. Die Wartesäle einschl. der Nebenräume und Flure werden auf 18°, die Kaiser- und Fürstenzimmer sowie die Diensträume auf 20°, die Eingangs-, Ausgangs- und Gepäckhalle auf 10° erwärmt. Dabei ist der Berechnung eine niedrigste Aufsentemperatur von —20° und bei dem von der Halle überdeckten Inselgebäude von —15° zu Grunde gelegt.

In erster Linie wird für die Heizung der Abdampf der Maschinen benutzt und hierzu in einem Dampfsammler (in der Text-Abb. 3 Seite 303 angedeutet), welcher in dem Viaductraum Achse 21/22 aufgestellt ist, aufgespeichert. In denjenigen Stunden, wo die Dynamomaschinen arbeiten, reicht der Abdampf auch in den kältesten Wintermonaten für die Heizung aus. Am Tage mufs dagegen noch Dampf unmittelbar aus den Kesseln zu Hülfe genommen werden. Letzterer mischt sich, nachdem er durch einen selbstthätigen Druckverminderer gedrosselt ist, mit dem in dem Dampfsammler aufgespeicherten Abdampf der Maschinen. Um einerseits den Gegendruck, welchen der Abdampf auf den Kolben der Dampfmaschinen ausübt, in mäfsigen Grenzen zu halten, anderseits aber auch keine zu grofsen Heizleitungsquerschnitte zu erhalten, ist der Dampfdruck in der Hauptheizleitung zu 0,20 bis 0,27 Atm. Ueberdruck gewählt. Sinkt

derselbe im Dampfsammler infolge geringen Zutritts von Abdampf oder starken Verbrauchs unter 0,2 Atm., so öffnet sich das Eintrittsventil in der vom Kessel kommenden Leitung. Dasselbe schliefst sich wieder selbstthätig, wenn der Druck 0,2 Atm. erreicht hat. Steigt der Druck infolge Ueberflusses an Abdampf auf 0,27 Atm., so öffnet sich ein Sicherheitsventil in der Heizleitung, und der Dampf strömt dann durch ein über das Dach der Bahnsteighalle geführtes Auspuffrohr ab. Weitere Druckverminderer sind in die einzelnen Zweigleitungen eingeschaltet, und durch diese wird die Spannung auf 0,1 Atm. Ueberdruck ermäfsigt. Die Condenswasserleitung ist durch einen bis zu 2,5 m hohen Wasserverschlufs gegen die Aufsenluft abgeschlossen.

Die Regelung der Wärme erfolgt an Ort und Stelle durch Verminderung der Oeffnungen für den Eintritt des Dampfes in die einzelnen Heizkörper oder vollständige Ausschaltung einiger derselben. Für gröfsere Gruppen sind die der ausführenden Firma patentirten Luftaufnehmer (im ganzen vier Stück) aufgestellt.

6. Lüftung. Eine künstliche Lüftung ist nur in beschränktem Umfang ausgeführt. Wenn von einzelnen Lüftungsschloten, die durch den Unterschied der Wärme im Innern und Aeufsern wirken, abgesehen wird, so ist nur die künstliche Lüftung des Inselgebäudes und der Fahrkartenausgabe zu nennen. Für letztere lag das Bedürfnifs einer künstlichen Luftzuführung vor, weil hier auf kleinem Raume viele Beamte zusammen sitzen. Für das Inselgebäude war die Zuführung von frischer Luft deshalb erwünscht, weil es anderufalls lediglich auf die häufig durch Verbrennungsgase und den Rauch der Locomotiven verdorbene Luft unter der Bahnsteighalle angewiesen sein würde.

Für die Entnahme der frischen Luft waren anfänglich die etwa 27 m über der Strafse liegenden Fenster des Uhrthurmes in Aussicht genommen, weil hier auf eine einigermafsen staubfreie und wegen der grofsen Entfernung von den Dachflächen auch verhältnifsmäfsig kühle Luft gerechnet werden konnte. Da indes der Durchführung des Luftcanals durch den Thurm sich Schwierigkeiten entgegenstellten, wurde auf eine nur wenig über Strafsenhöhe gelegene Entnahmestelle zurückgegriffen. Als geeignetster Platz in der Nähe des Bahnhofes ergab sich der kleine Schmuckplatz an der Vorfahrt zu den Kaiserzimmern an der südöstlichen Schmalseite des Vordergebäudes (Abb. 1 Bl. 35). Dementsprechend sind die Lüftungsanlagen in den hinter dem Kaiserflügel unter den Bahnsteigen und Gleisen liegenden Viaductränmen (Text-Abb. 2 Seite 294) untergebracht. Die Luft wird hier durch ein grofses vergittertes Fenster, das etwa 30 m von der Strafse entfernt liegt, also dem Staub wenigstens einigermafsen entzogen ist, angesaugt, durch ein engmaschiges Drahtgitter und ein im ersten Viaductraum zickzackförmig aufgestelltes Stofffilter von 90 qm Fläche gereinigt, bei kaltem Wetter durch die im zweiten Raume stehenden Dampfspiralen bis zur Zimmertemperatur (18°) erwärmt und dann durch ein in der Trennungswand zwischen dem zweiten und dritten Raum angebrachtes Schraubengebläse von 1,75 m Durchmesser in den dritten Raum und weiter in den gemauerten Lüftungscanal gedrückt. Das Gebläse wird durch einen vierpferdigen Ottoschen Gasmotor getrieben.

Die Lüftungsanlage liefert im Sommer 25000 cbm frische Luft in der Stunde, wobei zweimalige Lufterneuerung in den betreffenden Räumen stattfindet. Auf jeden Wartesaal kommen 7600 cbm oder, wenn sich 230 Personen in dem 460 qm grofsen Raume aufhalten, auf jede Person 33 cbm. Der Luftzuführungscanal hat unmittelbar hinter dem Bläser 5 qm Querschnitt, sodafs sich die Luftgeschwindigkeit zu 1,4 m in der Secunde berechnet. Im Winter wird die Eintrittsöffnung in die Luftkammer durch eine drehbare Klappe soweit verengt, dafs der Bläser stündlich nur einmalige Lufterneuerung bewirkt, da in dieser Jahreszeit der unbeabsichtigte Luftwechsel durch Thüren und Fenster gröfser ist. Für den im Inselgebäude neben dem Damenzimmer liegenden Waschraum nebst Abort ist auf Drucklüftung verzichtet, um zu vermeiden, dafs die Abluft in die Nachbarräume gedrückt wird. Es findet hier Absaugung durch Luftschächte statt.

Die gesamte Wärmemenge, die zur Heizung des Bahnhofs einschl. der Erwärmung der zu erneuernden Luft erforderlich ist, beträgt etwa 900000 Wärmeeinheiten. Hierzu sind 1600 kg Dampf erforderlich, also weniger als für den vollen Betrieb der elektrischen Maschinen. Eine Verstärkung der Kesselanlage war daher durch Einbeziehung der Heizung nicht erforderlich.

Die Heizungs- und Lüftungsanlage hat sich gut bewährt. Insbesondere wird durch den wenn auch nicht erheblichen Luftwechsel in den Wartesälen an heifsen Tagen die Temperatur ausreichend ermäfsigt, ohne dafs künstliche Kühlung derselben vorgenommen wird. Bei besonders heifsem Wetter bleibt die Lüftungsanlage während der Nacht in Thätigkeit, sodafs die Heizcanäle etwas abgekühlt und hierdurch in den Stand gesetzt werden, in den Tagesstunden der durchströmenden Luft Wärme zu entziehen.

Der Bau des Kaiser Wilhelm-Canals.

Vom Geheimen Baurath Fülscher in Berlin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 66 bis 69 im Atlas.)

(Fortsetzung.)

3. Die Heizungsanlage für die Maschinenkammern und die Verbindungsgänge der Schleusen.

Der Schiffahrtsbetrieb soll im Kaiser Wilhelm-Canal auch während des Winters ungestört seinen Fortgang nehmen. Damit war aber auch die Nothwendigkeit gegeben, die Schleusen an den beiden Mündungen unbekümmert um die Stärke und die Dauer des Frostes im Betrieb zu erhalten. Da die Bewegungsvorrichtungen der Schleusen durch Druckwasser getrieben werden und überdies das Wasser um so leichter gefriert, je stärker es geprefst ist, so mufste darauf Bedacht genommen werden, dafs alle diejenigen Räume, in denen sich mit Druckwasser gefüllte Maschinen, Leitungen usw. befinden, derartig geheizt werden können, dafs auch bei dem stärksten Frost ein Gefrieren des Druckwassers, das unfehlbar ein Zer-

sprengen der es umgebenden Wände und damit die — wenigstens zeitweilige — Aufserbetriebsetzung der Anlage herbeiführen würde, nicht stattfinden kann. Wasserdampf stand an beiden Canalmündungen zur Verfügung, da für die Bewegungsvorrichtungen der Schleusen und für die Lichtmaschinen doch stets Dampf vorräthig gehalten werden mufs, und da lag es nahe, die Heizung durch eine Dampfheizungsanlage zu bewirken. Diese Anlagen sind der Anforderung entsprechend ausgebildet, dafs bei einem Frost von 20° Celsius in den Maschinenkammern noch 10° und in den Verbindungsgängen der Schleusen noch 5° Celsius Wärme erhalten werden können. In jeder der beiden Schleusen in Brunsbüttel und Holtenau sind in den Maschinenkammern 20 aus Perkinsrohr gebildete Heizschlangen aufgestellt, die sich innerhalb gefällig geformter Verkleidungen aus durchlochten, schmiedeeisernen Blechen mit gufseisernen Verzierungsleisten befinden. Die Vertheilung der Heizkörper über die einzelnen Maschinenkammern in Brunsbüttel ist aus der Abb. 4 auf Blatt 51 u. 52 des Jahrganges 1897 dieser Zeitschrift zu ersehen, für Holtenau ergiebt sich die Vertheilung aus der Abb. 2 auf Bl. 52 und den Abb. 2, 3 und 4 auf Bl. 53 dieses Jahrganges. Der Heizdampf wird den Schlangen durch kleine schmiedeeiserne Zweigleitungen, in die bei jedem Heizkörper ein Absperrventil eingebaut ist, von einer Hauptleitung aus zugeführt. Die Hauptleitung schliefst in dem später zu beschreibenden Rohrkeller der Centralmaschinenanlage an die dortige Dampfleitung an und führt, in dem Verbindungscanal zwischen der Centralmaschinenanlage und der Schleuse über den Druckwasserleitungen entlang laufend, zunächst bis zu einem in der südlichen Schleusenmauer — in Brunsbüttel am Binnenhaupt, in Holtenau am Aufsenhaupt — aufgestellten Dampfwassertopf. Am Anschlufs der Heizleitung an die Dampfleitung in der Centralmaschinenanlage ist ein Absperrventil vorgesehen, aufserdem befindet sich im Rohrkeller noch je ein Dampfdruck-Reducirventil und ein Sicherheitsventil. Die Dampfspannung in den Kesseln der Centralanlage beträgt 6,5 Atmosphären, in den Heizleitungen sollen aber nur 2,5 Atmosphären Dampfspannung herrschen, und diese Verminderung der Spannung wird durch das Reducirventil herbeigeführt. Das Sicherheitsventil soll in Thätigkeit treten, sobald die Spannung in der Heizleitung das zulässige Mafs übersteigt. Um dem diensthuenden Maschinisten in der Halle über dem Rohrkeller, wo die das Druckwasser erzeugenden Maschinen aufgestellt sind, jederzeit einen Einblick in die Spannungsverhältnisse der Heizleitung zu gewähren, ist in dieser Halle ein Manometer angebracht, das mit der Heizleitung hinter dem Reducirventil in Verbindung steht, also nie eine höhere Spannung als 2,5 Atmosphären anzeigen darf. Von dem Dampfwassertopf in der südlichen Seitenmauer gehen zwei Leitungen ab, die sich durch die Maschinenkammern und Verbindungsgänge, sowie durch die beiden an den Enden der Schleusen unter diesen hindurchgehenden Tunnel in derselben Weise hindurchziehen wie die Leitung für das Druckwasser. Die Heizleitung bildet also in den Schleusen einen Ring, während sie im Rohrkeller und in dem Verbindungscanal zwischen der Centralmaschinenanlage und den Schleusen nur aus einem Strang besteht.

In den Maschinenkammern und den Verbindungsgängen sind die Heizleitungen theils an den Decken aufgehängt, theils an den Wänden verschiebbar gelagert, und überall ist durch Einschaltung von Ausdehnungsvorrichtungen und von Dampfwassertöpfen, die mit selbstthätig wirkenden Entleerern ausgestattet sind, dafür Sorge getragen, dafs die den Wärmeschwankungen entsprechenden Aenderungen der Leitungslängen sich ausgleichen können und die Niederschlagswassermengen abgeführt werden. Für die Rohrleitungen in den Tunneln ergab sich die Schwierigkeit, dafs die Tunnel zumeist mit Wasser gefüllt sind und die Heizleitungen daher mit einer Schutzvorrichtung umgeben werden mufsten, die jede Berührung der Wandungen der Heizleitungen mit dem in den Tunneln befindlichen Wasser unmöglich macht. Erreicht ist dieser Schutz dadurch, dafs die aus patentgeschweifsten schmiedeeisernen Rohren von 76 mm äufserem Durchmesser bestehende und mit Muffenverbindungen versehene Heizleitung innerhalb der Tunnel und der Einsteigeschächte in eine gufseiserne, innen und aufsen asphaltirte Flanschenrohrleitung von 100 mm innerem Durchmesser eingelegt ist. Die Heizleitung wird innerhalb der Umhüllungsleitung durch einzelne Stege geführt, steht jedoch mit ihr in keinerlei fester Verbindung, sodafs beide Leitungen sich unabhängig von einander ausdehnen und zusammenziehen können. Die Leitungen sind in den Tunneln mit Gefälle verlegt, der tiefste Punkt befindet sich beim Einsteigeschacht der Nordmauer. Hier ist dafür Sorge getragen, dafs sowohl das Niederschlagswasser der Heizleitung wie auch etwa in die Umhüllungsleitung infolge von Undichtigkeiten derselben eingedrungene Wassermengen selbstthätig entfernt werden. Die gesammten, aus den Leitungen und den Heizkörpern der Heizungsanlage zu entfernenden Wassermengen werden nach den Umlaufcanälen der Schleusen geleitet. In das Schleusenmauerwerk sind zu diesem Zweck schmiedeeiserne verzinkte Rohre eingesetzt, die in den Scheitel der Umlaufcanäle einmünden und an ihrem oberen Ende mit einem Flansch versehen sind, an den die Abwasserrohre anschliefsen. Der Flansch liegt unter der Rollschicht, die den Fufsboden der Maschinenkammern und Gänge bildet; nach Herstellung des Anschlusses wurde die vorher im Fufsboden belassene Aussparung geschlossen, sodafs nur das dünne Abwasserrohr in den Fufsboden hineingeht. Die Vorrichtungen, durch die das Niederschlagswasser der Heizungsanlage in die Umlaufcanäle selbstthätig abgeführt wird, mufsten auch mit einer Einrichtung versehen werden, die der Luft nach dem Abstellen der Heizungsanlage einen Zugang zu den Leitungen und den Heizschlangen gewährt, weil sonst bei der allmählich fortschreitenden Verwandlung des eingeschlossenen Dampfes in Wasser entweder Luftleere in den Leitungen und Heizschlangen eintreten würde, oder Wasser aus den Umlaufcanälen in dieselben eingesogen werden müfste. Auf alle diese Einzelheiten der Anlage näher einzugehen, würde zu weit führen. Sie mufsten aber bei dieser Beschreibung wenigstens angedeutet werden, um das Bild der Heizungsanlage zu vervollständigen und auf alle die besonderen Schwierigkeiten aufmerksam zu machen, die bei der Bauausführung zu überwinden waren.

4. Die Centralmaschinenanlagen in Brunsbüttel und Holtenau.

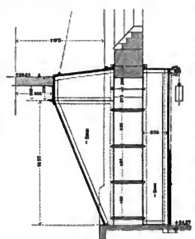
Die Centralmaschinenanlagen befinden sich an beiden Mündungen südlich von den Schleusen und zwar, wie aus den Lageplänen Abb. 4 u. 5 auf Blatt 55 u. 56 des Jahr-

ganges 1896 dieser Zeitschrift zu ersehen ist, in Brunsbüttel nahe dem Binnenhaupt, in Holtenau nahe dem Aufsenhaupt der Schleusen. Zu jeder Centralmaschinenanlage gehören vier Gebäude, die theils aneinderstofsen, theils durch kleine Zwischenbauten mit einander verbunden sind. Diese vier Gebäude sind das Kesselhaus, die Halle für die das Druckwasser erzeugenden Prefspumpmaschinen und die zugehörigen Luftsaug-(Evacuations-)Maschinen, der Accumulatorenthurm und das Haus, in dem die Elektricität erzeugt wird. Neben dieser Gebäudegruppe, aber mit ihr nicht zusammenhängend, befindet sich noch ein kleineres Haus, in dem neben einer Schmiede und einer Schlosserei noch eine mit einigen Maschinen ausgestattete Dreherei und ein Aufbewahrungsraum für feinere Werkzeuge und für Werkstattsmaterialien vorgesehen ist. In dieser Werkstatt werden sämtliche kleinere Instandsetzungsarbeiten an den Bewegungsvorrichtungen und Thoren der Schleusen sowie den Beleuchtungsanlagen, soweit sie von den beim Betriebe ständig beschäftigten Maschinisten, Maschinenwärtern und Arbeitern neben ihrem eigentlichen Dienst erledigt werden können, ausgeführt. Aufserdem sollen aber diese kleinen Werkstätten bei gröfseren Instandsetzungsarbeiten, die der in der Nähe von Rendsburg angelegten, später eingehender zu besprechenden Werft übertragen werden, das Nacharbeiten einzelner nicht genau passender Stücke an Ort und Stelle erleichtern. Die Drehbänke sind deshalb auch so bemessen, dafs nur die allerlängsten und die stärksten Stücke auf ihnen nicht bearbeitet werden können.

In dem Kesselhause befinden sich fünf Kessel von je 70 qm Heizfläche, von denen auch bei dem stärksten Betriebe nur vier in Benutzung kommen, während der fünfte für die Reinigung und für Instandsetzungsarbeiten zur Verfügung steht. Trotzdem sonach die Zahl der Kessel reichlich bemessen ist, ist das Gebäude doch so eingerichtet, dafs noch zwei weitere Kessel darin aufgestellt werden können. Das ist geschehen, um bei etwa eintretendem Bedürfnifs die Ufermauern auf der Südseite der Binnenhäfen in Brunsbüttel und Holtenau und die Kohlenhafenmole bei Holtenau mit Druckwasserkrahnen ausrüsten zu können, ohne bei der dann unter Umständen nothwendig werdenden Verstärkung der Kesselleistung Umbauten an dem Kesselhause vornehmen zu müssen. Aus diesem Grunde ist auch der Fuchs und der Dampfschornstein der Centralanlagen für sieben Kessel angelegt. Da der Raum für die beiden Kessel zur Zeit nicht gebraucht wird, ist er zur Einrichtung eines Warmbades, das den beim Canalbetriebe beschäftigten Beamten und Arbeitern unentgeltlich zur Verfügung gestellt wird, benutzt. Die Badeanlage besteht aus zwei Zellen, von denen die eine mit einer Brause, die andere aufserdem noch mit einer Wanne ausgestattet ist; sie wird viel benutzt.

Jeder Kessel besteht aus einem Ober- und einem Unterkessel. Der Unterkessel hat 5300 mm Länge und 1900 mm lichten Durchmesser, er ist mit Ausnahme seiner Stirnwand vollständig eingemauert. Die beiden Feuerungen befinden sich in zwei Rohren, die durch Galloway-Röhren gekreuzt werden. Der Oberkessel steht durch zwei senkrechte Rohrstutzen mit dem Unterkessel in Verbindung, er hat 1650 mm lichten Durchmesser und ist 5160 mm lang. An seine vordere Stirnfläche ist ein Rohr angeschlossen, das etwas über das Kesselmauerwerk vorragt. An diesem sind das Manometer, der Stutzen für das Prüfungs-Manometer sowie die Wasserstandsgläser und die Wasserstandsmarken angebracht. Längs der fünf Kessel ist eine Laufbrücke angeordnet, von der aus die Wasserstandsgläser usw. zugänglich sind. Die Kessel erzeugen Dampf von 6,5 Atmosphären Druck. Von einem auf jedem Oberkessel angebrachten Dom führt eine kupferne Leitung nach dem allen Kesseln gemeinsamen Dampfrohr, das an der einen Längswand des Kesselhauses entlang geführt ist und in der Ecke, die von dieser Längswand und der der Halle für die Druckwassererzeugung zunächst liegenden Giebelwand gebildet wird, bis zu der Decke eines Condenstopfes herabgeführt ist. Der Condenstopf steht in einer Grube, die in dem Fufsboden des Kesselhauses ausgespart ist und mit der Sohle genau ebenso hoch liegt wie der Fufsboden in dem Keller, der sich unter dem ganzen, zur Aufstellung der Prefspumpmaschinen dienenden Gebäude erstreckt. Die Grube und der Keller stehen durch einen unterirdischen, überwölbten Canal mit einander in Verbindung. Das in dem Condenstopf sich ansammelnde Wasser wird aus diesem durch einen selbstthätig wirkenden Wasserabscheider entfernt und in einer gufseisernen Rohrleitung einer Entwässerungsleitung zugeführt, die sowohl in Brunsbüttel wie in Holtenau im Binnenhafen ausmündet und dahin auch das Traufwasser der Gebäude der Centralmaschinenanlagen und die beim Betriebe der Prefspumpmaschinen infolge der unvermeidlichen Undichtigkeiten und in Holtenau auch die aus dem später zu erörternden Grunde in den Rohrkeller und den Accumulatorenthurm gelangenden Wassermengen sowie das verbrauchte Wasser aus der oben erwähnten Badeanlage abführt. An die gufseiserne Leitung ist auch die Abblase-Rohrleitung der fünf Kessel angeschlossen.

Zur Speisung der Kessel dienen zwei kleine Dampfpumpen, die an der der Halle für die Prefspumpmaschinen zugekehrten Giebelwand angebracht sind. Die beiden Pumpen sind vollständig unabhängig von einander, und jede einzelne ist in der Lage, das nöthige Speisewasser für sechs in scharfem Betriebe befindliche Kessel zu fördern. Die Pumpen entnehmen das Wasser aus den später zu beschreibenden, über den Accumulatoren aufgestellten Behältern.


Abb. 251. Lothrechter Schnitt durch einen Kohlenbunker in Holtenau.

Um das Kesselhaus möglichst von Kohlenstaub frei zu halten, sind an der den Kesselfeuerungen gegenüber liegenden Längswand des Hauses sechs Kohlenbunker angebracht. Die Brüstungen der acht in dieser Wand vorhandenen Fenster liegen etwa 2,50 m über dem Fufsboden des Kesselhauses. Unterhalb dieser Fenster sind in der Wand überwölbte Oeffnungen angeordnet, und bei jeder dieser Oeffnungen

ist ein Bunker vorgesehen. Die Text-Abb. 251 zeigt die Ausbildung der Bunker in Holtenau; in Brunsbüttel mufsten die Bunker eine etwas andere Ausbildung erhalten. In der den Kesseln zugekehrten Längswand der Bunker ist je eine durch einen Schieber zu verschliefsende Oeffnung angeordnet, die die Entnahme der Kohlen aus dem Bunker gestattet. Die Füllung der Bunker geschieht mittels Muldenkippwagen, die aufserhalb des Kesselhauses auf einer an der Längswand desselben angeordneten Pfeilerbahn laufen. Die Schienenoberkante dieser Pfeilerbahn liegt in Holtenau 2,90 m über dem Gelände des Kohlenlagerplatzes. Zur Ueberwindung dieses Höhenunterschiedes ist an dem einen Ende der Pfeilerbahn ein mit Druckwasser betriebener Aufzug angeordnet. Die auf dem Lagerplatz beladenen Kohlenwagen werden auf einem in senkrechter Richtung zur Längsachse des Kesselhauses liegenden Gleise nach dem Aufzug geschoben und können auf diesem, da seine Bühne mit einer Drehscheibe ausgerüstet ist, um 90° gedreht werden. Wird die Bühne dann gehoben, so können die Wagen auf der Pfeilerbahn nach dem jeweilig zu füllenden Bunker verfahren und durch Umkippen in diesen entleert werden. Jeder Wagen enthält rund 600 kg Kohlen, ein Bunker fafst rund 3000 kg, also den Inhalt von fünf Wagen. Zum Füllen sind die Bunker mit einer über ihre ganze Länge ausgedehnten Klappe versehen. Um die Fenster des Kesselhauses gegen Beschädigungen durch Kohlenstücke zu sichern, sind vor ihnen Drahtgitter angebracht. Die Kohlenlagerplätze liegen sowohl in Brunsbüttel wie in Holtenau in der Nähe der Centralmaschinenanlagen. In Holtenau gestattete die Gestaltung des Hafengeländes und die Lage der Gebäude zu der Schleuse die Anlage eines geschlossenen Lagerplatzes, der theils durch die Gebäude selbst, theils durch Zäune und theils endlich durch eine zu Befestigungszwecken hergestellte Mauer begrenzt wird. Auf dem Lagerplatz befindet sich aufser den Kohlen und einem kleinen massiven, mit Wellblech abgedeckten Gebäude, in dem die für einen etwa vierwöchentlichen Betrieb der gesamten in Holtenau vorhandenen Maschinenanlagen erforderlichen Vorräthe an Fetten, Oelen, Petroleum, Putzwolle usw. aufbewahrt werden, noch ein im Anschlufs an den einen Zaun hergestellter, theils offener, theils geschlossener Schuppen, in dem die Ersatztheile und die nicht feuergefährlichen Betriebsmaterialien lagern. Infolge dieser Einrichtungen ist dem Obermaschinisten in Holtenau die Beaufsichtigung seiner Vorräthe in hohem Mafse erleichtert. In Brunsbüttel liefs sich wegen der dortigen beengten räumlichen Verhältnisse eine derartige Anlage nicht schaffen.

Von dem Kesselhaus gelangt man durch einen kleinen Verbindungsbau in die Halle für die Erzeugung des Druckwassers. In der Halle sind drei Prefspumpmaschinen und zwei Luftsaugmaschinen aufgestellt, sie ist jedoch in Rücksicht auf die später etwa nothwendig werdende, oben bereits erwähnte Vergröfserung der Druckwasser-Anlage so lang gemacht, dafs noch eine vierte Prefspumpmaschine in ihr Platz finden würde, auch ist genügender Raum für eine dritte Luftsaugmaschine vorhanden. Sämtliche Maschinen sind auf Mauerwerkskörpern aufgestellt, die durch den Rohrkeller hindurchreichen und bis zur Gründungssohle der Maschinenhalle hinabgeführt sind. Jede Prefspumpmaschine besteht aus einer liegenden Zwillingsdampfmaschine und vier einfach wirkenden Prefspumpen. In Holtenau gehört zu jeder Prefspumpmaschine auch noch eine sogenannte Zubringerpumpe, die das für die Kesselspeisung und den Prefspumpenbetrieb erforderliche Wasser in die später näher zu beschreibenden Behälter im Accumulatorenthurm fördert. Die Lage der Prefspumpmaschinen in der Halle ist aus der Abb. 2 auf Bl. 66, die Anordnung der Maschinen aus der Abb. 8 und 9 auf Bl. 54 und den hier folgenden Text-Abbildungen zu ersehen. Die beiden Kolben der Dampfmaschine haben 480 mm Durchmesser und 700 mm Hub; bei 35 Umdrehungen in der Minute und 15 v. H. Füllung leistet jede Maschine 150 ind. Pferdekräfte. Die Kolbenstangen gehen an beiden Enden durch die Cylinderdeckel durch. Von den dem Accumulatorenthurm abgewandten Theilen der Kolbenstangen wird ein besonders kräftig gehaltenes Schwungrad angetrieben, an das andere Ende jeder Kolbenstange sind je zwei, ebenso wie die Kolbenstange wagerecht liegende Prefspumpenkolben von 96 mm Durchmesser angeschlossen. Die beiden zu einer Kolbenstange der Dampfmaschine gehörigen Prefspumpencylinder liegen derartig hintereinander, dafs sie mit ihren Böden zusammenstofsen, also die Stopfbuchsen für den Durchgang der Kolben um etwas mehr als den doppelten Kolbenhub von einander entfernt sind. Infolge dieser Anordnung saugt der eine Kolben Wasser in den zugehörigen Cylinder ein, während der andere Kolben Druckwasser in die Leitungen bezw. in die Accumulatoren sendet. Die beiden, von der einen Kolbenstange der Dampfmaschine betriebenen zwei einfach wirkenden Prefspumpen stellen also zusammen genau so viel Druckwasser her, wie eine an ihrer Stelle angeordnete, doppeltwirkende Prefspumpe leisten würde. Die vier einfach wirkenden Prefspumpen, die von jeder Zwillingsmaschine betrieben werden, liefern bei 35 Umdrehungen in der Minute und 85 v. H. Nutzleistung der Pumpen:

$$0{,}85 \cdot \frac{35}{60} \cdot 4 \cdot 0{,}96^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 7 = \text{rund } 10 \text{ Liter}$$

Druckwasser in der Secunde. 35 Umdrehungen in der Minute ist die Zahl, die beim gewöhnlichen Betriebe inne gehalten werden soll. Die Maschinen sind jedoch so ausgebildet, dafs sie auch die doppelte Anzahl Umdrehungen, ohne Schaden zu erleiden, machen können, insbesondere sind die Schwungräder so schwer gemacht, dafs auch bei 70 Umdrehungen noch eine ausreichende Gleichförmigkeit der Kolbenbewegung erzielt wird. Bei dem stärksten Druckwasserbetriebe sollen nur zwei Prefspumpmaschinen in Thätigkeit sein, während die dritte für Instandsetzungsarbeiten zur Verfügung steht. Die Leistungsfähigkeit der Centralmaschinenanlage beträgt also unter gewöhnlichen Verhältnissen 20 Liter Druckwasser in der Secunde, und damit können gleichzeitig entweder vier kleine oder drei grofse Maschinen der Schleusen in Betrieb gehalten werden, ohne dafs der Inhalt der Accumulatoren in Anspruch genommen wird; bei 70 Umdrehungen in der Minute kann die doppelte Druckwassermenge erzeugt werden.

Die Prefspumpen erhalten sowohl in Brunsbüttel wie in Holtenau das zu pressende Wasser aus Behältern, die in dem zur Aufstellung der Accumulatoren vorgesehenen Gebäude über den Accumulatoren angeordnet sind. Der Accumulatorenthurm steht, wie der Grundrifs und der Querschnitt der Centralmaschinenanlage in Holtenau, (Abb. 1 und 2

auf Bl. 66) zeigt, im engsten Zusammenhang mit der Halle, in der die Prefspumpmaschinen aufgestellt sind, und ist so ausgebildet, dafs in drei getrennten Räumen je ein Accumulator untergebracht werden kann, während zunächst nur zwei Accumulatoren beschafft sind. In dem Raum über den Accumulatoren sind zwei Wasserbehälter von je 40 cbm nutzbarem Fassungsraum aufgestellt. Die Anordnung von zwei Behältern liefs sich durchführen, weil die beiden mittleren Querwände des Accumulatorenthurmes nur bis zur Unterkante der Behälter reichen, der Raum über den Accumulatoren also ein einheitliches Ganzes bildet. Zwei Behälter wurden gewählt, da dann die zeitweilig nothwendig werdenden Reinigungen und etwaige Instandhaltungs- und Instandsetzungsarbeiten an dem einen Behälter vorgenommen werden können, während der andere in Betrieb bleibt, und somit jede Störung des Prefspumpenbetriebes vermieden wird.

In Brunsbüttel fliefst das in den Maschinen der Schleuse benutzte Druckwasser durch die Rücklaufleitung in die Behälter im Accumulatorenthurm zurück. Es war also hier nur dafür zu sorgen, dafs die in den langen Rohrleitungen und den Maschinen der Schleuse infolge der unvermeidlichen Undichtigkeiten verloren gehenden Wassermengen, ferner die zum Lenzen der unter den Schleusen durchgehenden Tunnel und zum Lenzen und Lüften der Schleusenthorflügel verwandten Druckwassermengen ersetzt werden können, und dafs endlich eine allmähliche Erneuerung des infolge der vielfachen Benutzung Fettbestandtheile, Fettsäuren usw. aufnehmenden Wassers möglich ist. Aufserdem mufste das für die Speisung der Kessel erforderliche Wasser beschafft werden. Diese Wassermengen werden in Brunsbüttel der Wasserleitung entnommen, deren ebenfalls im Accumulatorenthurm untergebrachter Hochbehälter durch eine am Kudensee, dicht bei km 7 der Canalstrecke errichtete Pumpenanlage, die im letzten Abschnitt dieser Veröffentlichung näher erläutert werden soll, gefüllt worden.

In Holtenau ist keine Rücklaufleitung vorgesehen, weil hier die Gewinnung ausreichender und für die Zwecke der Kesselspeisung und des Prefspumpenbetriebes geeigneter Wassermengen nach den Voruntersuchungen keinerlei Schwierigkeiten zu machen schien. Es war in Aussicht genommen worden, dafs der der Centralmaschinenanlage zunächst stehende, während der Gründungsarbeiten zur Absenkung des Grundwasserspiegels unter der Schleusenbaugrube benutzte Brunnen — vergl. Seite 558 des Jahrganges 1897 dieser Zeitschrift — den Wasserbedarf liefern sollte. Schon kurze Zeit nach der Inbetriebnahme der Maschinenanlagen stellte sich jedoch heraus, dafs das Wasser dieses Brunnens, der früher reines Süfswasser gegeben hatte, stetig an Salzgehalt zunahm. Wahrscheinlich ist bei der Ausführung der Baggerungen in dem sehr nahe gelegenen Aufsenhafen die Sand- und Kiesschicht, bis zu der der Brunnen herabreicht, frei gebaggert worden und dadurch eine früher nicht vorhandene oder wenigstens nicht in dieser Nähe vorhandene Verbindung zwischen dem Brunnen und der Ostsee hergestellt worden. Der Brunnen mufste bereits nach kurzer Zeit als Entnahmestelle für das Betriebswasser der Centralmaschinenanlage aufgegeben werden, da infolge des Salzgehaltes des Wassers die Kessel und in noch höherem Grade die arbeitenden Eisentheile sämtlicher Maschinen und der Accumulatoren angegriffen wurden. Die daraufhin angestellten Bohrungen ergaben in der Nähe der Centralmaschinenanlage Wasser, das nicht nur für den Betrieb der Kessel und der Prefspumpen, sondern auch als Trink- und Speisewasser geeignet war und nach den an den Bohrrohren angestellten Pumpversuchen auch in ausreichender Menge gewonnen werden konnte. Das erbohrte Wasser befand sich in einer Kiesschicht, die etwa 20 m unter dem gewöhnlichen Wasserstande der Kieler Föhrde, also annähernd in derselben Höhe lag wie die Schicht, in der der bisher benutzte Brunnen steht. Trotzdem bestand zwischen diesen beiden Kiesschichten keine Verbindung, wie sich augenscheinlich aus dem Umstande ergab, dafs der Wasserspiegel in dem Brunnen ungefähr in gleicher Höhe mit dem Ostseespiegel lag und dessen Schwankungen folgte, während der Wasserspiegel in dem Bohrrohr rund 3 m höher stand. Da das Versuchsbohrrohr in 24 Stunden soviel Wasser ergab, wie bei dem bis dahin beobachteten schärfsten Pumpenbetriebe in einem halben Tage gebraucht worden war, und da ferner der Pumpenbetrieb stark wechselnde Anforderungen an Wasser stellt, so wurde ein Brunnen von 10 m lichtem Durchmesser hergestellt und die Leistungsfähigkeit des Brunnens durch Niedertreiben von sechs Rohren in die wasserführende Schicht verstärkt. Die Ausführung des Brunnens machte keinerlei Schwierigkeiten, da der Baugrund aus aufserordentlich festem blauen Thon bestand, der unbedenklich bis zur Sohlentiefe lothrecht abgegraben werden konnte. Die Sohle des Brunnens liegt auf der Höhe + 18,00, der $1\frac{1}{2}$ Stein starke, aus hartgebrannten Ziegelsteinen und Cementmörtel vom Mischungsverhältnifs 1 : 3 aufgemauerte Brunnenring ist ohne jede Zwischenlage auf den festen Thon aufgesetzt und bis zur Höhe + 24,00 hinaufgeführt. Abgedeckt ist der Brunnen durch $\frac{1}{2}$ Stein starke Kappengewölbe zwischen I Trägern. Die Kappen sind übermauert und mit einer von der Brunnenmitte nach dem Umfang zu abfallenden Rollschicht aus den auch zum Schleusenbau verwandten schwedischen Verblendklinkern abgedeckt. Auf die Sohle des Brunnens ist eine 50 cm starke Kiesschüttung nur zu dem Zweck aufgebracht, um das Hineingelangen von aufgelösten Thontheilen in die Saugeleitung der Zubringerpumpen zu verhindern, eine Befestigung der Sohle erschien überflüssig und hat sich beim Betriebe des Brunnens auch als unnöthig erwiesen. Schon während der Herstellung des Brunnens traten Zweifel auf, ob die Vermehrung der Bohrrohre ausreichen würde, um die Leistungsfähigkeit der Anlage auf das erforderliche Mafs zu bringen, und es wurde deshalb zur Sicherheit beschlossen, eines der neuen Rohre bis auf eine gröfsere Tiefe hinabzutreiben. Bei dieser Arbeit stellte sich — wie bereits auf Seite 550 des Jahrganges 1897 dieser Zeitschrift erwähnt worden ist — heraus, dafs die unter der bisher erbohrten wasserführenden Schicht lagernde Thonschicht mit ihrer Unterkante bis — 45,00 hinabreicht. Unter dem Thon fand sich brauchbares Wasser, das annähernd unter demselben Druck stand, wie das durch die kürzeren Rohre erbohrte, und die von den verschiedenen Rohren gelieferten Wassermengen genügten auch für die Kesselspeisung, den Prefspumpenbetrieb und die Wasserleitungsanlage. In letzterer Beziehung jedoch nur, solange die Anforderungen an diese auf die Bedürfnisse des Canalbetriebes beschränkt blieben. Als im Herbst 1895 von seiten der Kaiserlichen Marine, die unterdessen begonnen

hatte, den Kohlenhafen nebst der Mole und den anliegenden Geländeflächen zu einem mit Druckwasserkrahnen ausgestatteten Kohlen-Lösch- und Ladeplatz auszubauen, die Abgabe gröfserer Wassermengen an die Kriegsschiffe gewünscht wurde, da erwies sich der Brunnen für die erweiterten Zwecke nicht mehr ergiebig genug. Es wurde nunmehr in etwa 100 m Entfernung vom Brunnen ein 13 cm im lichten weites Rohr niedergetrieben und mit diesem in der Höhe von rund — 42,00 eine wasserführende Schicht erreicht, die nicht nur nach der Menge, sondern auch nach der Beschaffenheit zweckentsprechendes Wasser ergab. Das Wasser stand in dieser Schicht noch unter etwas höherem Druck als in den früher erbohrten Schichten. Da die Leistung des Rohres naturgemäfs desto gröfser wurde, je mehr der Wasserspiegel in ihm durch Pumpen abgesenkt wurde, mufste das Rohr mit dem Brunnen derartig in Verbindung gebracht werden, dafs jede Absenkung des Brunnenwasserstandes in ihrer Wirkung auf das neue Bohrrohr übertragen wird. Zu dem Zweck ist die Verbindung zwischen dem Brunnen und dem Bohrrohr als Heberrohrleitung hergestellt worden. Diese 10 cm im lichten weite Rohrleitung beginnt im Brunnen 20 cm unter dem niedrigsten Wasserstande, der daselbst durch die Zubringerpumpen erzeugt werden kann, steigt bis zur Höhe + 21,00 senkrecht im Brunnen auf, durchdringt dann die Brunnenwandung und führt mit leichter Ansteigung zu dem Bohrrohr, dieses in einer Höhe erreichend, die rund 1 m unter demjenigen Wasserstande liegt, der sich einstellt, wenn keine Wasserentnahme aus dem Rohre stattfindet. Hier ist die Heberleitung an das Rohr angeschlossen, und dieses rund 0,50 m über dem Anschlufs abgeschnitten und durch eine Kappe, auf der ein kleiner Lufthahn angebracht ist, verschlossen. Die Kappe liegt demnach tiefer als der Wasserstand, der in dem Bohrrohr eintritt, wenn dem Brunnen kein Wasser entnommen wird. Die unter der Kappe als dem höchsten Punkt der Heberleitung etwa sich ansammelnde Luft wird daher, wenn der Hahn geöffnet wird, durch das im Rohr aufsteigende Wasser verdrängt und durch den offenen Hahn abgeführt. Bisher hat die Heberleitung den an sie geknüpften Erwartungen voll entsprochen, und die Leistungsfähigkeit des Brunnens ist durch das neue Bohrrohr auf solche Höhe gebracht, dafs sie den bisherigen Anforderungen voll genügt.

Aus dem Brunnen entnehmen die Zubringerpumpen der Centralmaschinenanlage das in die Behälter im Accumulatorenthurm zu fördernde Wasser mit Hülfe einer 300 mm im lichten weiten gufseisernen Rohrleitung, die im Brunnen mit einem Saugekorb und einem Fufsventil ausgerüstet ist. Innerhalb des Rohrkellers unter der Halle für die Prefspumpmaschinen ist die Leitung gleichlaufend mit den Längswänden der Halle und des Accumulatorenthurmes verlegt und entsendet nach jeder der drei Zubringerpumpen ein Zweigrohr; die Zubringerpumpen sind doppelt wirkend und derartig gebaut, dafs sie zwei getrennte Sätze von Sauge- und Druckventilen haben. In die Druckleitung ist ein Rückschlagventil eingebaut, das sich selbstthätig schliefst, wenn die Pumpe aufser Betrieb gesetzt wird. Die Druckleitungen der drei Zubringerpumpen schliefsen wieder an eine gemeinschaftliche Hauptleitung an, die wie alle übrigen Rohrleitungen im Rohrkeller verlegt ist. Die Hauptleitung ist in der einen Ecke des Accumulatorenthurms bis über die Oberkante der Wasserbehälter hoch geführt, verläuft dann ein wenig ansteigend an der dem Kesselhause zugekehrten Längswand des Accumulatorenhauses bis zur Mitte dieser Wand und biegt hier senkrecht zu ihrer bisherigen Richtung ab. Dieser letzte Theil der Leitung ist so lang, dafs ihr Ende etwa auf der Hälfte der Breite der Behälter liegt. Das der Leitung entströmende Wasser fällt zunächst auf eine Tafel, die um eine wagerechte Achse derart drehbar ist, dafs die gesamte Wassermenge entweder dem einen oder dem anderen Behälter oder beiden Behältern gleichzeitig zugeführt werden kann. Diese Vertheilungstafel ist mit einem Drahtsieb überspannt, durch welches das Wasser durchfliefsen mufs, ehe es in die Behälter gelangt. Das Drahtsieb hält etwaige gröbere Verunreinigungen des Wassers zurück.

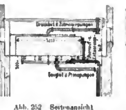


Abb. 252 Seitenansicht

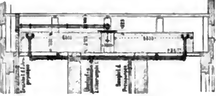


Abb. 253. Längsansicht.

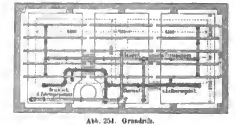


Abb. 254. Grundrifs.

Abb. 252 bis 254. Wasserbehälter im Accumulatorenthurm in Holtenau.

Die beiden Behälter sind im lichten je 6,5 m lang, 5,20 m breit und vom Boden bis zur Oberkante der Seitenwände 1,60 m hoch. Ihr nutzbarer Wasserinhalt beträgt jedoch nur je rund 40 cbm, weil die Stutzen für die Wasserentnahme über den Behälterboden etwa um 40 cm hervorragen und die Ueberlaufleitung das Ansteigen des Wasserspiegels bis zur Oberkante der Seitenwände nicht gestattet. Die Behälter sind, wie aus den Text-Abb. 252 bis 254 ersichtlich ist, aus schmiedeeisernen Blechen hergestellt und an den Wänden und im Boden mit Winkeleisen ausgesteift. Sie liegen auf kräftigen I Eisen auf, die von den beiden Giebelwänden und den beiden Querwänden des Accumulatorenthurmes getragen werden. In die Behälter sind eine Reihe von durchlochten Platten lothrecht eingebaut, die eine Reinigung des Wassers von mechanischen Beimengungen herbeiführen sollen. Die Platte, die dem Wassereinlauf zunächst steht, hat die gröfsten Löcher, je weiter die Platten von dem Einlauf entfernt sind, desto feiner ist die Durchlochung. Hinter der letzten Platte sind die Entnahmestutzen der Prefspumpen-Saugeleitungen in den Behälterboden eingebaut. Ebendaselbst befindet sich auch der Ueberlauf. Die Anordnung eines Ueberlaufs wurde nothwendig, weil die Wasserförderung der Zubringerpumpen um ein gewisses Mafs gröfser bemessen

werden mufste, als der Wasserverbrauch der Prefspumpen. Diese verbrauchen, da ihnen das Wasser mit einer Geschwindigkeit zuströmt, die der Höhenlage des Behälterwasserspiegels über dem Cylinder-Inneren und der im Cylinder durch den Kolbenvorwärtsgang erzeugten Luftleere entspricht, bei jeder Umdrehung der Prefspumpmaschine dieselbe Wassermenge, ganz gleichgültig, ob die Maschine in der Zeiteinheit die planmäfsige Anzahl von Umdrehungen macht oder erheblich weniger. Dagegen haben die Zubringerpumpen die das von ihnen in die Behälter zu fördernde Wasser aus dem Brunnen ansaugen müssen, je nach der Zahl der Pumpenhübe in der Zeiteinheit eine merklich verschiedene Nutzleistung. Der Gröfstwerth der Wasserförderung wird erreicht, wenn die Pumpe die planmäfsige Zahl der Hübe macht; sobald die Hubzahl kleiner wird, nimmt auch die Nutzleistung ab. Nun sind die Prefspumpmaschinen ganz aufserordentlich selten längere Zeit in gleichmäfsigem Betriebe, die Regel ist, dafs sie einige Minuten laufen und dann längere oder kürzere Zeit stillstehen, je nach der Lebhaftigkeit des Schleusenbetriebes. Wären die Zubringerpumpen nun so bemessen worden, dafs sie bei der planmäfsigen Zahl von 35 Umdrehungen der Prefspumpmaschine ebensoviel Wasser lieferten, wie die Prefspumpen brauchen, dann würde ihre Förderung bei dem gewöhnlich stattfindenden Gange der Maschine den Bedarf der Prefspumpen nicht decken, und deshalb mufsten die Zubringerpumpen solche Abmessungen erhalten, dafs sie auch bei sehr ungleichmäfsigem und langsamem Betriebe genügend Wasser fördern. Damit ist aber auch gegeben, dafs sie bei lebhafterem Prefspumpenbetriebe mehr Wasser in die Behälter fördern als nöthig ist, und die über den Bedarf hinausgehende Wassermenge mufs durch die Ueberläufe abgeführt werden. Es sei hier noch bemerkt, dafs auch das Kesselspeisewasser aus den Behältern entnommen wird, und dafs auch aus diesem Grunde für einen gewissen Ueberschufs des den Behältern zugeführten Wassers gesorgt werden mufs. Die an den beiden Behältern angebrachten Ueberläufe laufen in Rohre aus, die dicht unter dem Fufsboden des Behälterraumes hinlaufen und sich zu einem gemeinsamen Fallrohr vereinigen, das im Accumulatorenthurm niedergeführt ist und im Rohrkeller unter der Halle für die Prefspumpmaschinen an einem Einfallschacht der bereits oben erwähnten Entwässerungsanlage des Rohrkellers endigt. An die Ueberlaufrohre sind auch die Entleerungsrohre der Behälter angeschlossen.

Die Zubringerpumpen haben 16 cm Kolbendurchmesser und ebenso wie die Dampfmaschinen und die Prefspumpen 700 mm Hub. Die zu einer Prefspumpmaschine gehörige Zubringerpumpe liefert bei 35 Umdrehungen in der Minute rund 13 l Wasser in der Secunde, während die vier Prefspumpen nur etwas über 10 l Wasser in derselben Zeit verbrauchen. Auf die Ausbildung der Pumpen und ihrer Ventile soll hier nicht näher eingegangen werden, die Abb. 8 und 9 auf Bl. 54 zeigen die Lage der Zubringerpumpe zu den übrigen Theilen der Maschine. Erwähnt soll nur werden, dafs die Kolbenstange der Pumpe einen Theil der oberen der beiden Stangen bildet, durch die die hin- und hergehende Bewegung des Kolbens der Dampfmaschine auf den hinteren Prefspumpenkolben übertragen wird.

Die Saugeleitung der Prefspumpen beginnt bei den in den Boden der Wasserbehälter im Accumulatorenthurm eingebauten Entnahmestutzen. Den beiden Behältern entsprechend besteht sie zunächst aus zwei Rohrsträngen, die unter I Trägern, auf denen die Behälter aufruhen, liegen und sich in dieser Höhenlage in einem in eine Verbindungsleitung eingebauten T Stück vereinigen. In der Nähe des T Stücks ist in jede der beiden Zweigleitungen ein Absperrschieber eingebaut, der geschlossen werden mufs, wenn einer der beiden Behälter behufs Reinigung oder aus sonstigen Gründen entleert werden soll, während der andere in Betrieb bleibt. Diese Absperrschieber sind in den Text-Abb. 252 bis 254 nicht mit dargestellt. Der an dem T Stück abzweigende Rohrstrang ist in einer Ecke des Accumulatorenthurmes bis zur Sohle desselben senkrecht hinabgeführt und biegt dann in eine nahezu wagerechte Richtung um, die aber senkrecht zur Längsrichtung des Accumulatorenthurmes und der Halle für die Prefspumpmaschinen steht. In dieser Richtung verläuft der Rohrstrang nur auf eine kurze Strecke, um dann abermals rechtwinklig umzubiegen und nunmehr mit der Längsrichtung der Halle gleichzulaufen. Von diesem letzten Theil der Saugeleitung zweigt bei jeder Prefspumpmaschine ein Strang ab, der an einen auf dem Fufsboden des Rohrkellers aufgestellten Windkessel angeschlossen ist. Jeder der drei Windkessel kann durch einen Absperrschieber aufser Verbindung mit der Saugeleitung gebracht werden. Von dem Windkessel gehen den vier Prefspumpen entsprechend auch vier Zweigleitungen ab, von denen jede an den Boden eines an dem Prefspumpenkörper befestigten Ventilkörpers angeschlossen ist. Die aus den Abb. 8 und 9 auf Blatt 54 ersichtlichen Ventilkörper enthalten je ein unteres Sauge- und ein oberes Druckventil. Zwischen den beiden Ventilen befindet sich die Verbindung mit dem Prefspumpencylinder, während die Druckleitung oberhalb des oberen Ventiles von dem Körper mit einem Rohrstutzen abzweigt. Diese Rohrstutzen endigen in Flanschen, und zwar sind sie derartig angeordnet, dafs die Flanschen zweier, zu zwei hintereinander liegenden Prefspumpencylindern gehörigen Ventilkörper einander zugekehrt sind. Zwischen diese Flanschen ist ein hohler Stahlgufskörper eingebaut, der zugleich als Windkessel und zur Vereinigung der beiden Druckleitungen dient. Der Stahlgufskörper ist aus zwei Theilen hergestellt, die durch eine Verschraubung zu einem Ganzen verbunden sind. An den unteren Theil sind drei Rohrstutzen angegossen; zwei davon dienen zum Anschlufs an die Rohrstutzen der Ventilkörper, der dritte, nach unten führende Stutzen aber für die den beiden hintereinander liegenden Prefspumpen gemeinsame, aus Flufseisen hergestellte Druckleitung. Die Stahlgufskörper mufsten aus zwei Theilen hergestellt werden, weil sich bei den vorgeschriebenen Druckversuchen, bei denen die Gufskörper einem inneren Druck von 150 Atmosphären ausgesetzt wurden, gezeigt hatte, dafs eintheilige Gufskörper dem Probedruck nicht stand halten konnten. Bei den zweitheiligen Stahlgufskörpern sind Brüche während der Druckproben nicht vorgekommen, auch haben sie sich während des nunmehr drei und einhalbjährigen Betriebes durchaus bewährt, insbesondere sind Undichtigkeiten an den grofsen Verschraubungen bisher nicht beobachtet worden.

Zu je zwei hintereinander liegenden Prefspumpen gehört ein Stahlgufskörper, somit sind bei jeder Prefspumpmaschine zwei solche Körper und auch zwei an den nach unten

führenden Rohrstutzen dieser Körper angeschlossene Druckrohrleitungen vorhanden. Diese beiden Leitungen führen nach dem Rohrkeller hinab und werden daselbst dicht über dem Fufsboden in einem gufseisernen Formstück zu einer einheitlichen Leitung von 70 mm lichtem Durchmesser vereinigt. Den drei Prefspumpmaschinen entsprechend sind drei solcher 70 mm weiten Leitungen vorhanden. In jede Leitung ist dicht an dem Formstück ein Rückschlagventil eingebaut, das eine aufser Betrieb gesetzte, also von Druckwasser freie Prefspumpmaschine von der Druckrohrleitung absperrt. Die 70 mm weiten Leitungen sind an den einen oder den anderen von zwei Rohrsträngen angeschlossen, die im Keller unter der Halle für die Prefspumpmaschine gleichlaufend mit den Längswänden des Accumulatorenthurmes verlegt und an dem einen Ende innerhalb des Rohrkellers mit einander verbunden sind, während ihre anderen Enden bis zu den Druckwasserrohrleitungen der Schleusen weiter geführt und an sie angeschlossen sind. Infolge dieser Anordnung bilden die Druckwasserrohrleitungen sowohl in Brunsbüttel wie in Holtenau einen vollständig geschlossenen Ring, wie bereits bei der Erörterung der Rohrleitungen in den Schleusen erwähnt worden ist.

Von jeder der beiden Druckwasserleitungen zweigt rechtwinklig ein Rohr ab, das an einen der beiden Accumulatoren angeschlossen ist. Die Accumulatoren bestehen je aus drei Theilen, dem Cylinder, dem Tauchkolben und der Belastung des Kolbens. Der aus mehreren, sorgfältig mit einander verschraubten und gegen einander abgedichteten Gufsstahltheilen zusammengesetzte Cylinder steht mit einer durch Stege versteiften Fufsplatte auf einer 2×2 m grofsen Granitplatte, die von einem kräftigen Grundmauerkörper getragen wird, und ist mit diesem durch lange und starke Maueranker verbunden. Die Fufsplatte ist etwas oberhalb des unteren Endes des Cylinders angebracht, dieser ragt daher noch in die Granitplatte hinein, die zu diesem Zweck ein cylinderförmiges, durch die ganze Höhe der Platte durchgehendes Loch hat. Der Cylinder ist genau in der Mitte zwischen einer Giebel- und einer Querwand bezw. zwei Querwänden des Accumulatorenthurmes aufgestellt. Innerhalb des Cylinders bewegt sich der hohle, oben und unten geschlossene, aus Gufseisen hergestellte und in seiner ganzen Länge sorgfältig abgedrehte, runde Kolben. Derselbe hat 400 mm äufseren Durchmesser und eine solche Länge, dafs sein Hub 4.50 m betragen kann. In den Text-Abb. 255 bis 259 ist der Cylinder und der Kolben dargestellt. Die von dem Kolben im Inneren des Cylinders bei seiner niedrigsten Stellung verdrängte Wassermenge beträgt gegenüber seiner Wasserverdrängung in der obersten Stellung um 565 Liter mehr, beide Accumulatoren haben also zusammen 1130 Liter nutzbaren Inhalt, und das entspricht der Leistung einer Prefspumpmaschine, die ungefähr während zweier Minuten in der Minute 35 Umdrehungen macht, oder dem Wasserbedarf einer kleinen Druckwassermaschine der Schleuse, wenn diese rund vier Minuten lang je 60 Umdrehungen in der Minute macht.

Der nutzbare Inhalt der beiden Accumulatoren genügt also vollkommen, um die vier Ebbe- oder Fluththorflügel am Aufsen- oder Binnenhaupt einer Schleuse zu öffnen oder zu schliefsen, solange je die beiden zusammengehörigen Thorflügel mit hintereinander geschalteten Druckwassermaschinen bewegt werden können.

Der Kolben wird nur am oberen Ende des Cylinders in der daselbst angebrachten, aus der Text-Abb. 259 ersichtlichen Stopfbuchse geführt, im Cylinder-Inneren bewegt er

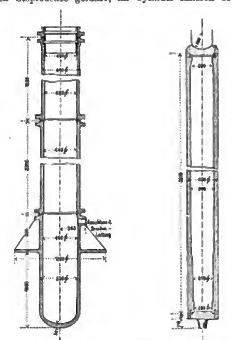


Abb. 255. Lothrechter Schnitt durch den Cylinder — Abb. 257. Lothrechter Schnitt durch den Kolben der Accumulatoren.

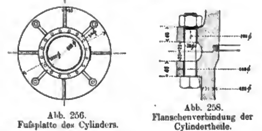


Abb. 256. Fufsplatte des Cylinders. — Abb. 258. Flanschenverbindung der Cylindertheile.

sich vollständig frei. Die Dichtung in der Stopfbuchse erfolgt durch eine zwischen Metallringen liegende Ledermanschette. Der auf den Kopf des Kolbens aufgeschraubte Stahlkörper hat in seiner oberen Fläche eine Vertiefung in Form eines Kugelabschnitts, und in diese Vertiefung ist ein an seiner Unterfläche entsprechend geformtes Gufsstück eingelegt, das zwei mit den Längswänden des Accumulatorenthurmes gleichlaufende U Eisen mit senkrecht stehenden Stegen trägt. An den Enden dieser U Eisen sind aus Gufsstahl hergestellte Führungsstücke angebracht, die sich je gegen eine an der einen Giebelwand bezw. den Querwänden des Accumulatorenthurmes angebrachte und mit diesen Wänden sorgfältig verbundene, senkrecht stehende Gleitschiene anlegen, sobald der Kolben

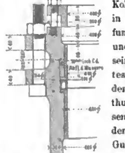


Abb. 259. Stopfbuchse des Cylinders.

von der genau senkrechten Stellung abweicht. An den U Eisen ist der Beschwerungskasten des Accummulatorkolbens mit Hülfe von zwei Rundeisenstangen aufgehängt. Dieser im übrigen cylindrische Kasten hat einen ringförmigen Grundrifs, der Boden und die Wände bestehen aus Blechplatten, der Innenraum ist mit Kies und Steinen gefüllt. Unter dem Boden des Kastens liegen zunächst Träger, die mit den Längswänden des Accumulatorenthurmes gleichlaufen, darunter senkrecht dazu gestreckte Träger. Diese letzteren sind durch die beiden Rundeisenstangen an den auf dem Kolbenkopf gelagerten Trägern aufgehängt. Wenn die Prefspumpen aufser Betrieb sind, dann setzt sich der Beschwerungskasten mit den unter seinem Boden liegenden Trägern auf Holzbalken auf, die auf dem Grundmauerwerke der Accumulatoren verlegt sind. Die Holzbalken drücken sich dabei ein wenig zusammen, und durch diese Nachgiebigkeit des Holzes wird etwaigen harten Stöfsen beim schnellen Sinken der Accumulatorkolben vorgebeugt.

Das Gewicht der Belastungskästen einschliefslich ihres Inhalts und ihres Tragewerks ist mit dem Gewicht des Kolbens zusammen so grofs bemessen, dafs in den, in dem mittleren Raum des Accumulatorenthurmes stehenden Accumulator Druckwasser von 56 Atmosphären Pressung hineingepumpt werden mufs, wenn der Kolben gehoben werden, also eine Aufspeicherung von Druckwasser in dem Accumulator stattfinden soll. Der zweite Accumulator ist aus einem später zu erörternden Grunde etwas weniger belastet, er wird sich deshalb auch bei einer etwas geringeren Pressung heben und seine höchste Stellung bereits erreicht haben, ehe der erste Kolben beginnt, sich auch seinerseits zu heben. Wenn der leichter belastete Kolben seine höchste planmäfsige Stellung erhalten hat, also um 4,50 m gehoben ist, dann stöfst er mit den Trägern, an denen der Beschwerungskasten aufgehängt ist, gegen zwei Buffer, die an der Unterfläche eines aus zwei I Eisen gebildeten, in die eine Giebel- bezw. die eine Querwand des Thurmes eingemauerten Balkens angebracht sind, und wird durch die Buffer gehindert, sich noch weiter aufwärts zu bewegen. Bei dem schwerer belasteten Kolben ist eine solche Mafsnahme nicht getroffen, und es mufste deshalb auf andere Weise verhindert werden, dafs nicht etwa der Kolben durch das Druckwasser ganz aus dem Cylinder herausgehoben wird. Diesem Zweck dienen zwei Mafsnahmen. Erstens ist nämlich eine Vorrichtung vorgesehen, die ein selbstthätiges Abstellen der das Druckwasser erzeugenden Prefspumpmaschine bewirkt, sobald der Accumulatorkolben die höchste zulässige Stellung erreicht, und aufserdem wird im Fall des Versagens dieser Vorrichtung ein Ventil geöffnet, das in die zum Accumulator führende Leitung dicht an diesem eingebaut ist und ebensoviel Druckwasser abfliefsen läfst, als die unbeabsichtigter Weise in Gang gebliebene Prefspumpmaschine erzeugt. Das Ventil ist in ganz ähnlicher Weise ausgebildet wie die Sicherheitsventile mit Gewichtsbelastung an Dampfkesseln. An dem langen Arm des das Belastungsgewicht tragenden Hebels ist eine Rundeisenstange angebracht, die sich mit dem weitaus gröfsten Theil ihrer Länge innerhalb eines am Beschwerungskasten des Accumulators befestigten Gasrohres befindet. An dem oberen Ende ist an die Rundeisenstange eine Nase angeschweifst, die beim Heben des Accumulatorkolbens in einem in dem Gasrohr vorgesehenen Schlitz schleift. Dieser hat nur solche Länge, dafs sich der Kolben um 4,50 m heben kann; wird dieses Mafs überschritten, dann wird die Rundeisenstange vermittelst der Nase angehoben und damit auch das Abspritzventil geöffnet. Durch das Ventil spritzt so lange Wasser ab, bis die Druckwassermaschine still gesetzt wird oder auf den Schleusen ein Druckwasserverbrauch eintritt, der mindestens gleich der Leistung der in Betrieb befindlichen Prefspumpen ist. Das Abspritzen des Druckwassers ist mit solchem Geräusch verbunden, dafs die in der Centralanlage beschäftigten Leute es nicht überhören können und, durch das Geräusch aufmerksam gemacht, die Maschine durch Schliefsen des Dampfeinlafsventiles aufser Betrieb setzen.

Das Abstellen der Prefspumpmaschinen durch die Accumulatoren und ebenso das Wiederingangsetzen derselben erfolgt mit Hülfe eines aus Stangen, Kniehebeln und Wellen zusammengesetzten Gestänges, das bei beiden zu einer Prefspumpmaschine gehörigen Dampfcylindern, deren Dampf-Zu- und -Ableitung durch eine Ridersche Expansionsschieber-Steuerung geregelt wird, gleichzeitig auf den oberen, den Expansionsschieber, einwirkt. Ist der Accumulator in seiner höchsten Stellung angelangt, dann verschiebt das Gestänge diesen Schieber auf dem Grundschieber derartig, dafs die Schlitze in dem Grundschieber von dem Expansions- oder Deckenschieber vollständig geschlossen werden, sodafs also kein frischer Dampf in den Cylinder hineingelangen kann und somit die Prefspumpmaschine zum Stillstand kommen mufs, sobald die in den bewegten Theilen der Maschine aufgespeicherte lebendige Kraft durch die Pumpenarbeit aufgezehrt ist, und das ist bereits bei einem verhältnifsmäfsig kleinen Wege der Pumpenkolben der Fall. Der Grundschieber und der Deckenschieber werden durch Excenter, die auf der das Schwungrad tragenden Kurbelwelle angebracht sind, bewegt. Die Excenterstange des Deckenschiebers ist nun aus zwei Theilen derartig hergestellt, dafs der im Schieberkasten geführte, zum Deckenschieber gehörige Theil die hin- und hergehende Bewegung des anderen Theiles mitmachen mufs, aufserdem aber auch unabhängig davon um seine Längsachse gedreht werden kann. Die Berührungsflächen des Grundschiebers sind eben, auf der Rückenfläche des Expansionsschiebers sind zwei kleine Zahnstangen angebracht, in die zwei, auf der zugehörigen Schieberstange befestigte Zahnrädchen eingreifen. Wird die Schieberstange gedreht, dann verschiebt sich der Expansionsschieber lothrecht auf dem Grundschieber. Die Drehung der Deckenschieberstange wird nun von den Accumulatoren aus bewirkt, und zwar sind die zugehörigen Gestänge so ausgebildet, dafs jeder der beiden Accumulatoren mit jeder der drei Prefspumpmaschinen in Verbindung gebracht werden kann.

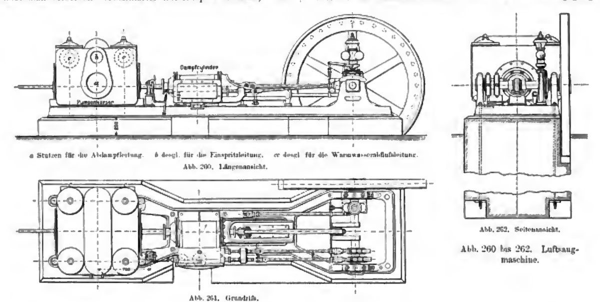
Das Abstellen der Prefspumpmaschinen erfolgt dadurch, dafs eine an dem Beschwerungskasten des Accumulators angebrachte Rolle unter den einen Arm eines an dem Mauerwerk des Accumulatorenthurmes drehbar angebrachten Kniehebels untergreift und diesen Arm hebt, sobald der Kolben seine höchste zulässige Stellung erreicht. Dadurch wird das Gestänge derart bewegt, dafs die die Deckenschieber bewegenden Excenterstangen gedreht und damit die Schlitze in den Grundschiebern geschlossen werden. Sobald nun der Accumulatorkolben infolge eines Verbrauches von Druckwasser sinkt, mufs auch der durch die Rolle gehobene Arm des an

dem Mauerwerk des Thurmes angebrachten Kniehebels sich wieder senken, damit müssen die Schlitze des Grundschiebers geöffnet werden und die Prefspumpmaschine wieder in Gang kommen. Das findet auch thatsächlich bei der Maschine, die von dem leichter belasteten Kolben aus abgestellt wird, statt; bei der von dem schwerer belasteten Accumulator abhängigen Maschine jedoch nicht, weil in den zugehörigen Gestängezug ein Glied eingebaut ist, das den Kniehebel am Niedersinken hindert. Dieses Glied wird erst ausgelöst, wenn der Accumulatorkolben sich seiner untersten Stellung nähert, und dann erst kommt die mit dem schwerer belasteten Accumulator verbundene Maschine in Betrieb. Diese Anordnung hat den Zweck, das ständige Ab- und Anstellen dieser Maschine, das bei kleineren Entnahmen von Druckwasser eintreten würde, zu verhüten. Wenn z. B. nur einer der in die Schleusenthore eingebauten Wasserheber in Betrieb ist, dann ist der Verbrauch an Druckwasser nur sehr gering. Stellte nun der schwerer belastete Accumulator die zugehörige Prefspumpmaschine sogleich wieder an, wenn er aus seiner höchsten Stellung etwas herabgesunken ist, dann hätten die Prefspumpen nur den kleinen Raum im Accumulatorcylinder, der dem Niedergehen des Kolbens entspricht, mit Druckwasser zu füllen und aufserdem die während der Zeit ihres Ganges von dem Wasserheber des Thorflügels verbrauchte Druckwassermenge zu ersetzen. Zur Erzeugung dieser geringfügigen Menge würde die Prefspumpmaschine nur einige Secunden zu laufen haben, und dieses Spiel würde sich nach einigen Secunden der Ruhe immer von neuem wiederholen. Infolge der getroffenen Einrichtung sind die Pausen, die zwischen dem Ingangsein der Prefspumpmaschine liegen, und ebenso die Betriebsdauer sehr bedeutend verlängert worden, und dadurch wird nicht nur eine erheblich bessere Ausnutzung des den Dampfcylindern zugeführten Dampfes, sondern auch eine wesentliche Schonung der Maschine erreicht. Bei dem leichter belasteten Accumulator war diese Anordnung nicht nöthig, weil dieser nur in den verhältnifsmäfsig seltenen Fällen zum Sinken kommt, wenn eine so starke Entnahme von Druckwasser eintritt, dafs die mit dem schweren Accumulator gekuppelte Prefspumpmaschine den Verbrauch nicht zu decken imstande ist. In solchem Falle ist es aber dringend erwünscht, dafs die von dem leichter belasteten Kolben beeinflufste Maschine möglichst bald in Betrieb kommt und somit der ganze Inhalt des leichteren Accumulators als Vorrath für besonders starken Druckwasserbrauch zur Verfügung bleibt.

Es ist oben mehrfach gesagt worden, dafs die Prefspumpmaschinen von den Accumulatoren aus durch Verschiebung des Deckenschiebers der Ridersteuerung an- und abgestellt werden. Diese Angabe ist für das Abstellen der Maschinen in vollem Umfange, für das Anstellen jedoch nur mit Einschränkung richtig. Die Zwillingsmaschinen arbeiten mit hoher Expansion, und deshalb ist der Dampfzutritt zu den Cylindern auf dem gröfsten Theil des Weges der Kolben durch die Schieber abgesperrt. Ist nun die durch den Accumulator abgestellte Maschine in solcher Stellung stehen geblieben, dafs der Dampfzutritt zu den Cylindern abgesperrt ist, so kann an diesem Zustand auch durch die vom Accumulator veranlafste Drehung des Deckenschiebers der Steuerung nichts geändert werden, und die Maschine mufs stehen bleiben, trotzdem sie vom Accumulator aus angestellt ist. Sie kann nur in Gang kommen, wenn auf andere Weise dem Dampf ein Zutritt zu dem jeweilig hinter dem Dampfkolben befindlichen Theile des Cylinder-Inneren gewährt wird. Zu diesem Zweck ist der Deckenschieber mit einer 3 mm im lichten weiten Durchbohrung versehen, und der Grundschieber hat zwei ebenso weite Durchbohrungen erhalten, die je nach dem einen der beiden Dampfcanäle führen. Ist der Deckenschieber durch das Accumulatorgestänge gehoben, dann sind die Durchbohrungen gegen einander verschoben; sobald aber der Deckenschieber durch den niedergehenden Accumulator gesenkt wird, dann findet der Dampf bei jeder Stellung, die der Grund- und der Deckenschieber gegen einander haben können, durch die Durchbohrungen einen Weg in den Dampfcylinder und zwar in den Theil desselben, der, nach der Bewegungsrichtung des Kolbens gerechnet, jeweilig hinter dem Kolben liegt. Beim Anstellen einer Maschine durch einen der beiden Accumulatoren wird also infolge der Senkung der Deckenschieber der Maschinensteuerung zunächst ein kleiner Canal geöffnet, durch den Dampf in den Cylinder gelangt, und dieser Dampf bringt die Kolben in langsame Bewegung. Im weiteren Verfolg dieser Bewegung verschieben sich die Decken- und die Grundschieber so gegen einander, dafs die Dampfeinlafscanäle geöffnet werden, und nunmehr erst kommt die Maschine in vollen Gang. Durch die Durchbohrungen der Schieber strömt auch während des Ganges der Maschinen Dampf in die Cylinder, und zwar auf der ganzen Länge des Kolbenhubes. Dadurch wird aber die Wirkung der Expansion abgeschwächt und damit ein gröfserer Dampfverbrauch herbeigeführt. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, ist noch für jeden Dampfcylinder ein kleiner Hülfsschieber vorgesehen, der die hin- und hergehende Bewegung des Deckenschiebers mitmacht, aufserdem aber auf diesem in senkrechter Richtung verschoben werden kann. Diese Verschiebung wird in derselben Weise herbeigeführt wie die oben erläuterte senkrechte Verschiebung des Deckenschiebers auf dem Grundschieber, sie erfolgt aber mit Hülfe eines Gestänges von dem Regulator der Dampfmaschine, nicht vom Accumulator, aus. Sie tritt ein, wenn die Maschine mehr als 17 Umdrehungen in der Minute macht, und führt eine Ueberdeckung der Durchbohrung des Deckenschiebers herbei, sodafs nunmehr nur noch Dampf durch die Schiebercanäle in die Cylinder gelangen kann. Von dem Regulator aus wird auch eine Drosselklappe, die in die Dampfzuleitung der Maschine eingebaut ist, bewegt. Die Cylinderwände werden durch frischen Dampf geheizt, um der Bildung von Niederschlagswasser, die durch den wechselnden Betrieb der Maschinen sehr begünstigt wird, entgegenzuwirken. Auf die Einzelheiten der Prefspumpmaschinen soll hier nicht näher eingegangen werden; die vorstehenden Mittheilungen beschränken sich darauf, die Wirkungsweise der Maschinen und das Zusammenarbeiten der Accumulatoren und der Maschinen eingehend zu schildern.

Die Luftsaugmaschinen haben den Zweck, den Abdampf der Prefspumpmaschinen zu condensiren. In jeder Centralanlage sind zwei solcher Maschinen vorhanden, von denen jede allein imstande ist, für zwei in vollem Betriebe befindliche Prefspumpmaschinen und aufserdem für eine elektrische

Maschine von 80 Pferdekräften Nutzleistung die Luftleere zu erzeugen. Es ist also auch möglich, den Betrieb planmäfsig aufrecht zu erhalten, wenn eine der beiden Luftsaugmaschinen gebrauchsunfähig werden sollte. Da die Saugmaschinen zu ihrem Betriebe eine gewisse Menge Dampf brauchen und diese Dampfmenge unabhängig von der Umdrehungszahl der Prefspumpmaschinen stets dieselbe Gröfse behält, so ergiebt sich eine Ersparnifs durch die Inbetriebnahme der Luftsaugmaschinen nur dann, wenn in den Schleusen eine bestimmte Druckwassermenge verbraucht wird und dementsprechend die Prefspumpmaschinen eine gewisse Anzahl von Umdrehungen in der Minute machen. Ist die Zahl der Umdrehungen der Prefspumpmaschinen klein, dann läfst man dieselben vortheilhafter mit Auspuff arbeiten, weil der Dampfverbrauch der Luftsaugmaschinen gröfser ist als das Mehr an Dampf, das die mit Auspuff arbeitende Prefspumpmaschine gegenüber der mit Condensation arbeitenden verbraucht. Für die Maschinen in Brunsbüttel und Holtenau hat sich ergeben, dafs eine Prefspumpmaschine durchschnittlich in der Minute etwa 20 Umdrehungen machen mufs, wenn die Inbetriebnahme einer Saugmaschine vortheilhaft sein soll. Macht die Prefspumpmaschine durchschnittlich weniger Umdrehungen in der Minute, dann mufs in Rücksicht auf die Kostenersparnifs mit Auspuff gearbeitet werden. Dementsprechend sind auch die Abdampfleitungen der Prefspumpmaschinen derartig ausgebildet, dafs nur das Oeffnen und Schliefsen je eines Ventils nothwendig ist, wenn von der einen Betriebsweise zur anderen übergegangen werden soll. Die Anordnung der Luftsaugmaschinen ist aus den Text-Abb. 260 bis 262 zu ersehen, ihre Lage in den Gebäuden der Centralmaschinenanlagen kann aus der Abb. 2 auf Bl. 66 entnommen werden. Der Dampfcylinder hat 260 mm Durchmesser, der Kolbenhub ist 470 mm lang, die planmäfsige Umdrehungszahl beträgt 65 in der Minute. Die Condensation der Abdämpfe der Prefspumpmaschinen erfolgt durch Einspritzen von kaltem Wasser. Das kalte Wasser wird durch eine Rohrleitung in Brunsbüttel aus dem Binnenhafen, in Holtenau aus dem Aufsenhafen entnommen, ebendahin führt auch die Warmwasserableitung. In Holtenau kann bei besonders niedrigen Ostseewasserständen die Hubhöhe der Kaltwasserpumpe zu grofs werden, es ist daher in die Saugeleitung derselben eine Kreiselpumpe eingebaut, die von einer an der westlichen Giebelwand der Maschinenhalle gelagerten Triebwelle mittels eines Riemenvorgeleges bewegt werden kann. In Brunsbüttel war die Anordnung einer solchen Pumpe nicht nöthig, weil dort der Höhenunterschied zwischen dem Wasserspiegel des Binnenhafens und dem Inneren des Pumpencylinders das zulässige Mafs nicht übersteigen kann. Die Triebwelle ist jedoch auch dort vorgesehen, weil nämlich bei beiden Schleusen dafür gesorgt ist, dafs in die Maschinenkammern und die Verbindungsgänge der Schleusen sowie in die unter den Schleusen hindurchführenden Tunnel frische Luft gedrückt werden kann, wenn sich dieses als nothwendig erweisen sollte. Zu dem Zweck ist in dem Rohrkeller unter der Halle für die Prefspumpmaschinen ein Ventilator aufgestellt, der Luft aus dem Rohrkeller ansaugt und sie durch den Verbindungscanal zwischen den Schleusen und den Centralmaschinenanlagen nach den Schleusen drückt. Der Verbindungscanal ist selbstverständlich dementsprechend gegen den Rohrkeller abgeschlossen, und zwar ist dieses durch dichte Holzwände, in denen die nothwendigen Thüren vorgesehen sind, geschehen. Die Maschinenkammern der Schleusen können sowohl nach aufsen zu, wie von den Gängen durch Thüren abgeschlossen werden, die so vertheilt sind, dafs der frische Luftstrom in jeden einzelnen Raum der Schleusen, in dem sich Theile der Bewegungsvorrichtungen oder dazu gehörige Rohrleitungen befinden, geleitet werden kann. Diese Mafsnahmen haben sich als übermäfsig vorsichtig erwiesen, bisher sind die Ventilatoren nur bei der Abnahme in Betrieb gesetzt worden. Die Luft in den Maschinenkammern, den Verbindungsgängen und den Tunneln ist stets so gut gewesen, dafs von jeder Lüftung Abstand genommen werden konnte. Die Ventilatoren fördern in der Minute 400 cbm Luft, sie werden durch



a Stutzen für die Abdampfleitung. b desgl. für die Einspritzleitung. c desgl. für die Warmwasserabflußleitung.
Abb. 260. Längenansicht.

Abb. 261. Grundrifs.

Abb. 262. Seitenansicht.

Abb. 260 bis 262. Luftsaugmaschine.

ein Riemenvorgelege von der oben erwähnten Triebwelle aus bewegt. Die Triebwelle selbst wird ebenfalls durch ein Riemenvorgelege und zwar von der Luftsaugmaschine, deren Schwungrad als Riemenscheibe benutzt wird, in Betrieb gesetzt.

Die Gebäude der Centralmaschinenanlagen sind durchweg massiv in Ziegelrohbau aus Vollverblendern unter sparsamer Verwendung von Form- und Glasursteinen ausgeführt. Die Abb. 3 auf Blatt 66 zeigt die der Schleuse zugekehrte Ansicht der Gebäudegruppe in Holtenau, in ähnlicher Weise sind die übrigen Ansichten der Gebäude ausgebildet. In Brunsbüttel mufsten die Gebäude und das Grundmauerwerk der Maschinen auf einen Pfahlrost gesetzt werden, in Holtenau war der Baugrund so gut, dafs jede künstliche Gründung überflüssig war.

Die Dächer sind durchweg mit Schiefer auf Schalung eingedeckt. Der Fufsboden besteht im Kesselhause, in den Verbindungsgängen, im Accumulatorenthurm und in den Rohrkellern unter den beiden Maschinenhallen aus Klinkerrollschichten auf 10 cm starker Sandunterlage, die Decken der Rohrkeller sind aus Kappengewölben zwischen eisernen Trägern, die sich theils auf das Grundmauerwerk der Maschinen, theils auf die Umfassungswände der Hallen stützen, gebildet. Die Kappen sind übermauert und tragen in der Halle für die Druckwassermaschine einen Terrazzobelag, in der Halle für die elektrischen Maschinen einen aus gelben Fliesen mit rothen Einlagen hergestellten Fufsbodenbelag. Dieser letztere Fufsboden hat sich besser bewährt, als der Terrazzobelag; er sieht zunächst freundlicher aus, und dann läfst er sich leichter sauber halten, während sich im Terrazzobelag im Laufe der Zeit eine grofse Anzahl mehr oder minder feiner Risse gebildet haben. In den Rohrkellern haben die Wände und das Grundmauerwerk der Maschinen einen Rapputz, der mit Kalkmilch geschlemmt ist, erhalten, im Kesselhaus, in den Verbindungsgängen und im Accumulatorenthurm sind sämtliche Wände glatt geputzt und mit Oelfarbe gestrichen. Auf die Ausstattung der Maschinenhallen wurden gröfsere Mittel verwandt, hier sind die Wände bis etwa 2 m über dem Fufsboden mit einer Fliesenbekleidung versehen und darüber geputzt und mit heller Oelfarbe gestrichen. Erhellt werden die Hallen durch eine gröfsere Anzahl von Fensteröffnungen und durch Oberlichte auf den Dächern. Das Oberlicht auf der Halle für die Prefspumpmaschinen erstreckt sich über etwa ein Drittel der Dachfläche, dagegen konnte das Oberlicht auf der Halle für die elektrischen Maschinen erheblich kleiner gehalten werden, weil durch die Fenster mehr Licht in die Halle gelangt. Zur nächtlichen Beleuchtung sind im Kesselhause und den beiden Maschinenhallen je zwei Bogenlampen aufgehängt, die übrigen Räume einschl. der Rohrkeller und des Verbindungscanales sind reichlich mit Glühlampen ausgestattet, die jedoch nur theilweise ständig brennen. Der gröfsere Theil der Glühlampen wird nur je nach dem Bedarf eingeschaltet.

Der Verbindungsbau zwischen den beiden Maschinenhallen ist ebenso unterkellert wie die Hallen, die Sohle dieses Raumes liegt jedoch tiefer, nämlich in gleicher Höhe mit der Sohle der in den Fufsböden der Maschinenkammern der Schleusen ausgesparten Rohrcanäle, und von diesem Raum aus geht auch der Verbindungscanal von der Centralmaschinenanlage nach der Schleuse.

Die Innenräume der Centralmaschinenanlage machen durchweg einen freundlichen, hellen Eindruck, besonders aber zeichnen sich die beiden Maschinenhallen in dieser Beziehung aus. Hierauf wurde sowohl beim Entwurf wie bei der Ausführung der Gebäude der Centralmaschinenanlagen besonderer Werth gelegt. In den Hallen ist jedes Stäubchen, das auf den Maschinentheilen lagert, jede Verunreinigung der Maschinen und jeder Beginn einer Rostbildung deutlich zu sehen, und die allgemeine Sauberkeit, die in den Hallen ohne grofse Mühewaltung erhalten werden kann und erhalten wird, veranlafst und zwingt gewissermafsen die Bedienungsmannschaften der Maschinen dazu, auch diese aufs sorgfältigste zu unterhalten. Damit geht aber ein sparsamer Verbrauch an Putz- und Schmiermitteln Hand in Hand, die Widerstände in dem Triebwerk der Maschinen werden auf das erreichbare Mindestmafs herabgedrückt, und die Lebensdauer der Maschinen wird auf das Höchstmafs gesteigert. Die dadurch beim Betriebe der Centralmaschinenanlagen erzielten Ersparnisse sind allein schon so grofs, dafs sie die Mehrausgaben bei der Herstellung der Hallen, die übrigens im Vergleich zu den Gesamtkosten der Anlagen nur geringfügig sind, reichlich einbringen. Darüber hinaus macht sich aber die Schulung, die die Maschinisten, Maschinenwärter und Putzer in den Maschinenhallen der Centralanlage erhalten, in günstigster Weise bei der Unterhaltung und dem Betriebe der in den Maschinenkammern der Schleusen aufgestellten Maschinen und Triebwerke geltend, und das ist um so wichtiger, als sich diese Maschinen in niedrigen, stets mit feuchter Luft angefüllten, künstlich erleuchteten Räumen befinden, also nur bei besonders sorgfältiger Behandlung in gutem Zustande zu erhalten sind.

5. Die Aufstellung der Entwürfe, die Ausführung und die Kosten der Bewegungsvorrichtungen.

Der Entwurf für die Bewegungsvorrichtungen der Schleusen mufste in seinen Grundzügen so zeitig festgestellt werden, dafs bei der Ausarbeitung der Ausführungszeichnungen für das Mauerwerk der Schleusen die der Bewegungsvorrichtungen wegen erforderlichen Einrichtungen berücksichtigt werden konnten. Daher begannen die Entwurfsarbeiten bereits Anfang des Jahres 1890. Die Anforderungen, die beim Kaiser Wilhelm-Canal an die Schnelligkeit und Sicherheit des Schleusenbetriebes gestellt werden mufsten, übertrafen alles in dieser Beziehung bisher Bekannte soweit, dafs weder in Deutschland noch im Auslande mafsgebende Vorbilder für die Gesamtanlage der Bewegungsvorrichtungen zu finden waren. Unter diesen Umständen bot der Versuch, durch öffentliche Ausschreibung zu einem brauchbaren Entwurf nebst Kostenangebot zu kommen, wenig Aussicht auf Erfolg, und zwar um so weniger, als auch die Anforderungen, die in Rücksicht auf den Schleusenbetrieb an die Bewegungsvorrichtungen zu stellen sind, ebenso wie die von den einzelnen Vorrichtungen zu leistende Arbeit und die von ihnen unter Umständen aufzunehmenden Kräfte in den Kreisen der deutschen Maschinenfachmänner kaum bekannt waren. Da auch die Bauverwaltung nicht über maschinentechnische Kräfte verfügte, die für die Bearbeitung eines so eigenartigen und umfangreichen Entwurfs ausreichend geschult waren, so mufste sie versuchen, einen zweckentsprechenden und brauchbaren Entwurf der

Bewegungsvorrichtungen durch Zusammenarbeiten mit einer Maschinenbauanstalt zu gewinnen. Nach dem damaligen Stande der Technik konnte als Triebkraft der Bewegungsvorrichtungen nur Druckwasser in Frage kommen. Unter den auf dem Sondergebiet der Druckwasseranlagen thätigen deutschen Fabriken fiel die Wahl auf die Maschinenbauanstalt von C. Hoppe in Berlin, die sich durch eine langjährige und erfolgreiche Thätigkeit auf diesem Gebiet einen geachteten Namen erworben hatte und damit die Gewähr für die sorgfältige und sachgemäfse Erledigung eines ihr zu Theil werdenden Auftrags bot.

Die Ausarbeitung des Entwurfes begann im Jahre 1890, sie nahm infolge der mehrfachen Umarbeitungen, die der Entwurf in dem Bestreben, die Anlage möglichst vollkommen zu gestalten, erfuhr, bis zur endgültigen Festsetzung aller wichtigeren Einzelheiten fast zwei Jahre in Anspruch. Die Hauptarbeitslast fiel dabei naturgemäfs der Maschinenbauanstalt zu, insbesondere blieb ihr der maschinentechnische Theil der Aufgabe vollständig überlassen. Im April 1892 wurde die Vereinbarung getroffen, durch die der Firma C. Hoppe die Lieferung und die betriebsfertige Aufstellung aller in den Maschinenkammern, Gängen und Tunneln der Schleusen befindlichen Theile der Bewegungsvorrichtungen mit Ausnahme der Lieferung der Rohre für die Druckwasser-, Hintereinanderschalt- und Rücklaufleitungen sowie der Spille freihändig übertragen wurde. Die Lieferung der Rohre wurde im Wege des öffentlichen Verdingungsverfahrens an die Firma Balcke, Tellering u. Co. in Benrath als Mindestfordernde, und die Lieferung der Spille in gleicher Weise an die Gute Hoffnungshütte in Oberhausen übertragen. Die Herstellung der Heizungsanlagen der Schleusen war von der Maschinenbauanstalt von C. Hoppe übernommen, von ihr aber an Rietschel und Henneberg, die auch den bezüglichen Entwurf selbständig bearbeitet hatten, weiter vergeben worden. Die technischen Bedingungen für die Verdingung der Rohre und der Spille waren von Hoppe geliefert worden, ebenso lieferte die Maschinenbauanstalt auch die maschinentechnischen Bedingungen für die öffentliche Ausschreibung der Lieferung und betriebsfertigen Aufstellung der Kessel, Maschinen und Accumulatoren, sowie der Rohrleitungen der Centralmaschinenanlagen. Bei der dann stattfindenden öffentlichen Verdingung gab auch die Firma Hoppe ein Angebot ab. Dasselbe war etwas höher als das Mindestangebot, hatte diesem gegenüber jedoch solche Vorzüge, dafs der Zuschlag an C. Hoppe ertheilt wurde. Damit war dieser Firma mit Ausnahme der Leitungsrohre und der Spille die Lieferung aller Maschinentheile der Bewegungsvorrichtungen der Schleusen und die betriebsfertige Aufstellung der Gesamtanlage der Bewegungsvorrichtungen übertragen und zwar durchweg nach den eigenen Entwürfen der Firma.

Die Anlieferung der ersten Theile der Bewegungsvorrichtungen erfolgte im Juni 1892, es handelte sich um die gufseisernen Schuhe, die in die Sohle der Umlaufcanäle eingemauert sind und die unteren Enden der Führungswinkeleisen an den Schützenschlitzen aufnehmen. Dem Fortschreiten der Maurerarbeiten entsprechend erfolgten dann die weiteren Anlieferungen der einzumauernden Theile, und am Ende des Jahres 1893 konnte mit dem Aufstellen der Maschinen, Triebwellen und Antriebe begonnen werden. Die Arbeiten wurden derart gefördert, dafs die Betriebseröffnung der Schleusen in Holtenau im September, in Brunsbüttel im October 1894 stattfinden konnte. Damit waren die Arbeiten jedoch noch nicht beendet, vielmehr konnten die Anlagen erst im Frühjahr 1895 in vollständig planmäfsigen Betrieb genommen werden. Nacharbeiten, wie der Ersatz der gufseisernen Theile der stehenden Wellen der Thorantriebe durch Stahlwellen und der Einbau der Reibungskupplungen in die zugehörigen Schneckengetriebe sind jedoch auch nach der Eröffnung des Kaiser Wilhelm-Canals noch ausgeführt worden. Die Aufstellung der Kessel, Maschinen und Accumulatoren begann Anfang des Jahres 1894, nachdem die Gebäude und das Grundmauerwerk der Maschinen und Accumulatoren seitens der Bauverwaltung soweit fertig gestellt waren, dafs mit den Aufstellungsarbeiten begonnen werden konnte, die Aufstellung wurde so betrieben, dafs der Stand der Arbeiten in den Centralanlagen und den Schleusen sich möglichst jederzeit gegenseitig entsprach. Als die Anlagen der Schleusen so weit waren, dafs die ersten Versuche mit den Druckwassermaschinen gemacht werden konnten, waren auch die Maschinen der Centralanlage so weit aufgestellt, dafs die erforderliche Druckwassermenge geliefert werden konnte. In Holtenau verliefen die Aufstellungsarbeiten mit Ausnahme der zeitweiligen, mehr oder weniger bedeutungslosen Erschwernisse, die bei einem grofsen Baubetriebe infolge des inneren Zusammenhanges der verschiedenen gleichzeitig erfolgenden und erst das Ganze ergebenden Ausführungen nicht zu vermeiden sind, ohne jede Störung, dagegen erwuchsen in Brunsbüttel aus der Bewegung der Schleusenseitenmauern mancherlei unliebsam empfundene und zeitraubende Mehrarbeiten. Auch das Grundmauerwerk der Prefspumpmaschinen gab infolge des schlechten Baugrundes trotz der bei der Gründung angewandten Vorsichtsmafsregeln nach, was ein mehrfaches Nachrichten der Maschinen usw. nothwendig machte. Trotzdem gelang es, wie oben schon erwähnt, auch in Brunsbüttel, die Anlage rechtzeitig fertig zu stellen.

Nachdem nunmehr reichlich drei Jahre nach der vollen planmäfsigen Inbetriebnahme der Bewegungsvorrichtungen verflossen sind, läfst sich ein sicheres Urtheil über den Werth der Anlagen fällen. Dafs dieselben nicht gleich von Anfang an frei von Mängeln waren, kann bei der Grofsartigkeit und der vollständigen Neuheit der zur Lösung gestellten Aufgabe nicht verwundern. Nach Beseitigung dieser Mängel haben sie sich jedoch wohl bewährt, insbesondere entsprechen sie in den beiden Hauptansprüchen, nämlich Schnelligkeit des Schleusenbetriebes und Betriebssicherheit, den gehegten Erwartungen und allen berechtigten Anforderungen. Sie können deshalb als durchaus wohl gelungen bezeichnet werden.

Die Kosten der Bewegungsvorrichtungen der Schleusen, einschl. der Schützen, der Spille, der Centralanlagen und der kleinen Werkstätten haben nach den Abrechnungen mit den Unternehmern

für Brunsbüttel rund . . . . 1 650 000 ℳ,
für Holtenau rund . . . . 1 500 000 „

betragen, davon entfallen auf die Gebäude bei beiden Schleusen etwa je 220 000 ℳ.

e) Die Dockthore zum Trockenlegen der Schleusen für Wiederherstellungsarbeiten.

Die Mittelmauer, die den beiden zu jeder Schleusenanlage in Brunsbüttel und Holtenau gehörigen Kammer-



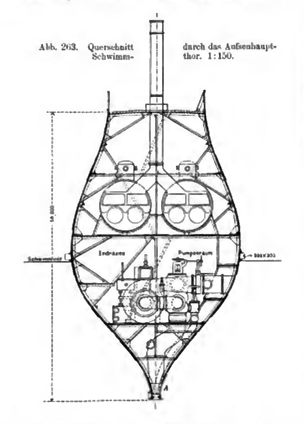
schleusen gemeinsam dient, ist so stark gemacht, dafs gleichzeitig die eine Schleuse in Betrieb sein, die andere aber für Wiederherstellungsarbeiten trocken gelegt werden kann. Bei der grofsen Tiefe, in der sich die Schleusensohlen sowohl in Brunsbüttel wie in Holtenau unter dem Wasserspiegel befinden, und bei der grofsen Lichtweite der Schleusen, konnten als Verschlufsmittel für eine leer zu pumpende Schleuse nur Schwimmthore in Frage kommen, wie sie bei Trockendocks in vielfacher Verwendung sind. Dementsprechend sind die Schleusen an beiden Enden mit Falzen in den zu diesem Zweck unter $1:{}^1/_4$ geneigten Schleusenmauern und mit einem Anschlag in der Sohle ausgestattet worden. Die Form dieses Falzes und des Anschlages ist aus der Abb. 2 (linker Theil) auf Bl. 51/52 und Abb. 1 auf Bl. 53/54 des Jahrganges 1897 dieser Zeitschrift zu ersehen. Die Abbildungen gehören zur Brunsbütteler Schleuse, sie sind aber mit Ausnahme der Höhenlage der Sohle und der Oberkante des Schleusenmauerwerks auch für Holtenau vollständig zutreffend. Es mufsten zwei Schwimmthore beschafft werden, nämlich je eins für das Aufsenhaupt und das Binnenhaupt, und zwar mufsten die Abmessungen der Schwimmthore den Verhältnissen in Brunsbüttel entsprechend gewählt werden, weil dort die Schleusensohle um 0,40 m tiefer liegt, der für das Binnenhaupt-Schwimmthor mafsgebende höchste Canalwasserstand aber bei beiden Schleusen dieselbe Höhenlage hat und die für das Aufsenhaupt-Schwimmthor mafsgebenden Aufsenwasserstände in Brunsbüttel höher sind als in Holtenau. Die Oberkante des Schleusenmauerwerks liegt in Brunsbüttel in dem für das Schwimmthor in Frage kommenden Theile des Aufsenhauptes auf der Höhe +24,50, und bis zur gleichen Höhe hält auch das abgesenkte Aufsenhaupt-Schwimmthor das Elbewasser von der Schleuse ab. Das Oberdeck des Schwimmthors liegt jedoch 1 m tiefer, und nur die der Elbe zugekehrte Aufsenwand ist bis +24,50 hochgeführt. Ihre Oberkante liegt damit etwa 0,50 m unter dem höchsten bekannten Sturmfluth-Wasserstande; das wird jedoch nicht als ein Fehler anzusehen sein, da eine Trockenlegung einer Elbschleuse wohl kaum zu Zeiten vorgenommen werden wird, in denen Futhen von ungewöhnlicher Höhe zu erwarten sind, und da ferner, selbst wenn dieses aus besonderen Gründen einmal geschehen sein sollte, noch immer die Möglichkeit vorliegt, die Schleuse voll Wasser laufen zu lassen und die Sturmfluth mit den Fluththoren zu kehren. Bei der für das Aufsenhaupt-Schwimmthor gewählten Höhe liegt das Oberdeck, wenn das Schwimmthor in Holtenau verwandt wird, auf der Höhe +23,90, also 0,13 m höher als die Oberkante der dortigen Schleuse, und die der Ostsee zugekehrte Aufsenwand ragt sogar um 1,13 m über das Schleusenmauerwerk hervor. Das Deck des abgesenkten Binnenhaupt-Schwimmthors liegt in Brunsbüttel auf der Höhe +20,30, also 0,03 m über dem höchsten Canalwasserstande, in Holtenau liegt es dementsprechend auf der Höhe +20,70, es befindet sich somit bei beiden Schleusen erheblich unter der Oberkante der benachbarten Schleusenmauertheile. Beide Schwimmthore sind sowohl in schiffbaulicher Beziehung wie auch bezüglich der Ausrüstung mit Maschinen und der Hebe- und Senkvorrichtungen nach denselben Grundsätzen gebaut und unterscheiden sich von einander nur durch die gröfsere Höhe und die damit zusammenhängende gröfsere Oberdeckslänge der Aufsenhaupt-Schwimmthore und durch die gröfsere Stärke, die der Aufsenhaut und den Verbänden dieses Schwimmthors der gröfseren Wasserdruckkräfte wegen, die auf den Aufsenhauptverschlufs einwirken, gegeben werden mufste. Es erübrigt sich deshalb, beide Schwimmthore zu beschreiben, und im folgenden wird nur auf das Aufsenhaupt-Schwimmthor eingegangen werden.

Für die Ausbildung des Schwimmthors war der Entschlufs von besonderem Einflufs, die Trockenlegung der Schleusen durch in beiden Schwimmthoren untergebrachte Pumpen zu bewirken. Diese Anordnung empfahl sich, weil sich die Pumpen in den Schwimmthoren ohne jede Erschwernifs so aufstellen lassen, dafs ihre Saugehöhe auch gegen Ende der Pumparbeit noch unterhalb der zulässigen Grenze bleibt, und weil ferner die Ausgufsleitung der Pumpen unterhalb des Aufsenwasserspiegels gelegt werden konnte, wodurch erreicht wird, dafs die Hubhöhe der Pumpen in jedem Augenblick dem Höhenunterschiede zwischen dem jeweiligen Aufsenwasserstande und der zu der fraglichen Zeit in der Schleuse erreichten Wasserspiegelhöhe entspricht, also stets das Mindestmafs von Pumpenarbeit zu leisten ist. Hätte man diese Verhältnisse anderweitig erreichen wollen, dann wäre es nothwendig gewesen, neben jeder der beiden Kammerschleusen in Brunsbüttel und in Holtenau je einen wasserdichten Schacht, also zusammen vier Schächte, herzustellen und ihn mit den nöthigen Pumpen auszurüsten. Die Anlage der vier Schächte nebst Pumpen und Rohrleitungen, sowie die Beschaffung mindestens einer für den Betrieb der Pumpen ausreichend starken Locomobile hätte sicher ein mehrfaches von dem gekostet, was für die Ausstattung der Schwimmthore mit den Pumpvorrichtungen aufgewandt worden ist, zumal die Schwimmthore selbst trotzdem hätten beschafft werden müssen. Dazu kommt, dafs die Schwimmthore jederzeit betriebsbereit sind, sie brauchen nur von ihrer gewöhnlichen Liegestelle im Hafen der Canalwerft in Rendsburg nach der trocken zu legenden Schleuse geschleppt zu werden und können, dort angekommen, sofort abgesenkt und in Betrieb genommen werden. Bei der Anlage von Schächten würde die Heranschaffung der Locomobile, ihre betriebssichere Aufstellung und die Verbindung mit der oder den Pumpen immerhin einige Zeit in Anspruch nehmen.

Um die zum Fortbewegen der Schwimmthore erforderliche Kraft möglichst klein zu halten, sind die Wasserlinien der beiden Schwimmthore so schlank gemacht, als es die Rücksicht auf die Schwimmsicherheit der Schiffskörper irgend gestattete, und zur ferneren Erleichterung des Schleppens sind die Schwimmthore mit je einem Steuerruder ausgestattet worden. Das Ruder kann durch Drehung um annähernd 150° derartig an den Schiffskörper herangeklappt werden, dafs es das Absenken des Schwimmthores in keiner Weise behindert.

Die Text-Abb. 263 zeigt einen lothrechten Schnitt durch das Aufsenhaupt-Schwimmthor, der annähernd in der halben Länge desselben geführt ist. Aus der Abbildung ist auch die Lage der Pumpen, Maschinen und Kessel zu ersehen. Die gröfste Länge des Schwimmthors über den Aufsenkanten der Stevenplatten beträgt 29,70 m, die Länge im Oberdeck 29,20 m. Bei 8 m gröfster Breite über den Spanten

ist das Schwimmthor zwischen Unterkante-Kielplatte und Oberkante der wasserdichten Wand an der dem Aufsenhafen zugekehrten Seite 15 m hoch, und sein Tiefgang beträgt mit 4 t Kohlen in den Bunkern und betriebsfertig mit Wasser gefüllten Kesseln 6,75 m. Dieser Tiefgang gestattet es, dafs das Schwimmthor in Brunsbüttel bei einem auf der Höhe + 19,30 liegenden Wasserstande bequem eingefahren und abgesenkt werden kann. Das für die Binnenhäupter beschaffte Schwimmthor hat nur 5,15 m Tiefgang und kann somit auch bei dem niedrigsten in Brunsbüttel eintretenden Canalwasserstande benutzt werden. Wie aus der Text-Abb. 263 zu ersehen ist, befindet sich zwischen dem Kesselraum und


Abb. 263. Querschnitt durch das Aufsenhauptschwimmthor. 1:150.

dem Maschinenraum ein mit Eisenplatten belegtes Deck. Dieses Deck geht sowohl in der ganzen Breite wie in der ganzen Länge des Schwimmthors wagerecht durch und ist vollständig wasserdicht hergestellt. Der Kesselraum und der Maschinenraum sind 8 m lang; sie werden durch zwei wasserdichte Schottwände, die vom Kiel bis zum Oberdeck und von Aufsenhaut zu Aufsenhaut reichen, von den übrigen Theilen des Schwimmthor-Inneren getrennt. Die Kessel sind oberhalb der Maschinen und Pumpen aufgestellt und erzeugen Dampf von 7 Atm. Ueberdruck. Jeder der beiden Kessel hat 45 qm Heizfläche, zwei Feuerrohre von 900 mm Durchmesser und 86 Siederohre von 76 mm lichter Weite. Der Schornstein dient beiden Kesseln gemeinsam. Die Pumpenanlage ist so bemessen, dafs eine Schleuse, die bei dem Wasserstande von + 19,77 rund 53 000 cbm Wasser enthält, in zwölf Stunden bis zur Oberkante der Saugöffnungen der Schwimmthore leer gepumpt werden kann, sofern die Pumpen beider Schwimmthore in Betrieb gesetzt werden. Jede Pumpenanlage besteht aus einer stehenden Verbundmaschine und zwei Kreiselpumpen. Die beiden Pumpen haben Sauge- und Druckrohre von 500 mm lichter Weite, während der beiden Pumpen gemeinschaftliche Theil der Saugeleitung 700 mm Durchmesser erhalten hat. Die Maschine hat einen Hochdruckcylinder von 330 mm und einen Niederdruckcylinder von 600 mm Durchmesser, der Hub beträgt 250 mm, die Arbeitsleistung 200 indicirte Pferdekräfte bei der gröfsten Umdrehungszahl, nämlich 370 in der Minute. Die Expansion kann während des Ganges der Maschinen von Hand verstellt werden, die Condensation der Abdämpfe wird durch einen Oberflächencondensator bewirkt. Die Maschine ist in der Mitte zwischen den beiden Pumpen aufgestellt, ihre Kurbelwelle ist mit den Wellen der Pumpen fest gekuppelt. Das Saugerohr der Pumpen ist an die Decke eines im untersten Theil des Schwimmthors angeordneten Saugekastens, dessen der Schleuse zugekehrte Seite frei ist, angeschlossen. Dicht über dem Fufsboden des Maschinenraumes ist in diese Leitung ein Absperrventil eingebaut. Das Druckrohr der Pumpen ist unterhalb der Schwimmlinie des Schwimmthors an die dem Vorhafen zugekehrte, mit einer entsprechenden Oeffnung versehene Schwimmthorwand herangeführt. Auch in diese Leitung ist ein Absperrventil eingebaut, zwischen diesem und der Aufsenwand des Schwimmthors sind an die Leitung noch zwei, ebenfalls durch Ventile verschliefsbare Rohrleitungen angeschlossen, die nach den beiden Endtheilen des Schwimmthors führen und das Einlassen von Wasser in diese Theile gestatten.

Soll ein Schwimmthor in Benutzung genommen werden, dann wird es zunächst derartig in die Schleuse eingefahren, dafs sein Steven beim Absenken in die im Schleusenmauerwerk ausgesparten Falze hineinkommen mufs. Darauf werden die beiden zuletzt erwähnten Ventile geöffnet, und das Wasser strömt in die aufserhalb des Maschinen- und Kesselraumes gelegenen Theile des Schwimmthors. Dadurch wird das Gewicht des Schwimmthors vergröfsert, und dieses senkt sich. In dem oben erwähnten, in der Höhe der Decke des Maschinenraumes durch den ganzen Schiffskörper hindurchgehenden wasserdichten Deck sind Oeffnungen frei gelassen, durch die beim Beginn des Senkens zunächst die unter dem Deck befindliche Luft abströmen kann, bei weiterem Fortgang des Senkens aber auch das einströmende Wasser Zugänge zu den beiden Räumen oberhalb des Decks findet. Die Ventile in den Rohrleitungen werden vom Oberdeck aus bedient, und deshalb ist es leicht, das Einströmen des Wassers so zu regeln, dafs das Schwimmthor ganz gleichmäfsig absinkt. Sobald es seine tiefste Stellung erreicht hat, d. h. wenn es noch eben schwimmt, sich noch nicht auf die Schleusensohle aufgesetzt hat, werden die beiden Ventile geschlossen, und das Schwimmthor wird mit Flaschenzügen so fest wie möglich an die Seite des Falzes in den Schleusenmauern, an die es später durch den Wasserüberdruck geprefst wird, herangeholt und legt sich dabei auch an den Sohlenanschlag an. Werden nunmehr die Kreiselpumpen in Betrieb genommen, so senkt sich der Wasserspiegel in der Schleuse allmählich, und dieser Senkung entsprechend wächst auch die Kraft, mit der das Schwimmthor an seine Anschlagsflächen herangeprefst wird, und damit die Dichtigkeit des Verschlusses.

Die Anschlagsflächen des Schleusenmauerwerks bestehen aus Granitquadern, die mit besonderer Sorgfalt so bearbeitet sind, dafs die ganze Anschlagsfläche möglichst genau in einer lothrechten Ebene liegt. An dem Steven des Schwimmthors ist eine glatt gehobelte Holzleiste angebracht, wie aus der Text-Abb. 263 zu ersehen ist.

Bei dem Auspumpen der Schleuse erhöht sich allmählich die Hubhöhe der Pumpen, und dementsprechend müfste sich auch die Arbeitsleistung der Dampfmaschine erhöhen, wenn die geförderte Wassermenge während der Dauer des Pumpenbetriebes dieselbe bleiben soll. Um infolge dieses Umstandes nicht zu ungünstige Betriebsverhältnisse zu erhalten, ist eine Anordnung getroffen, die es gestattet, dafs die beiden Pumpen entweder gleichzeitig Wasser aus der Schleuse nach dem Vorhafen (bei dem Schwimmthor am Binnenhaupt selbstverständlich nach dem Binnenhafen) fördern, oder dafs die eine Pumpe der anderen das Wasser zuhebt und die zweite es erst in den Aufsenhafen drückt. Diesem Zweck dient das in der Text-Abb. 264 dargestellte Wechselventil, dessen Ventilteller in der Abbildung für den Betrieb zweier hintereinander geschalteten Pumpen eingestellt sind. An den unteren, 700 mm im lichten weiten Rohrstutzen schliefst die gemeinschaftliche Saugeleitung der beiden Pumpen an. Der untere Stutzen rechts führt zu der ersten Kreiselpumpe, an den oberen Stutzen rechts ist die Druckleitung dieser selben Pumpe angeschlossen. Das von der ersten Pumpe geförderte Wasser gelangt im Inneren des Wechselventils nach dem unteren Stutzen links, an den die Saugeleitung der zweiten Pumpe angeschlossen ist, in dieser Leitung nach der zweiten Pumpe und wird von dieser in die zugehörige Druckleitung gefördert, die sich in zwei Arme theilt, von denen der eine an den oberen Stutzen links angeschlossen ist, der andere aber die gemeinschaftliche Ausgufsleitung beider Pumpen bildet. Soll das Wechselventil so eingestellt werden, dafs beide Pumpen unabhängig von einander arbeiten, dann sind nur die beiden, aus der Text-Abb. 264 ersichtliche Ventilteller mit Hülfe der Spindel zu heben. Der untere Teller verschliefst dann die kreisförmige Oeffnung, durch die bei dem oben beschriebenen Pumpenvorgang das von der ersten Pumpe geförderte Wasser in die Saugeleitung der zweiten Pumpe gelangte, und giebt den Weg aus der gemeinschaftlichen Saugeleitung nach der Saugeleitung der zweiten Pumpe frei. Der obere Teller übt keine Wirkung mehr aus, durch seine Hebung ist aber dem von der ersten Pumpe geförderten Wasser ein Weg nach der gemeinschaftlichen Ausgufsleitung eröffnet worden. Vermöge dieser Einrichtung kann die Hubhöhe jeder der beiden Pumpen auf die Hälfte des Höhenunterschiedes zwischen den Wasserspiegeln in der Schleuse und im Vorhafen herabgemindert werden, wobei denn allerdings die geförderte Wassermenge auch auf die Hälfte herabgeht, und dadurch wird der Pumpenbetrieb wesentlich wirthschaftlicher.

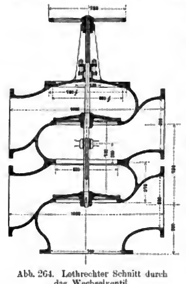


Abb. 264. Lothrechter Schnitt durch das Wechselventil.

Die Kreiselpumpen können die Schleusen nur bis zur Höhe ihrer Saugeöffnung entleeren, und diese Oeffnung liegt, wie aus Text-Abb. 263 zu ersehen ist, etwa 0,50 m über der Schleusensohle, da in dem tiefer liegenden Theil des Schwimmthors nicht mehr genügend Platz für die weite Rohrleitung vorhanden ist. Um auch den letzten Rest des Wassers aus der Schleuse entfernen zu können, ist jedes Schwimmthor noch mit einer kleinen Kreiselpumpe ausgerüstet, deren Saugerohr bis etwas unter die Schleusensohle herabgeführt werden konnte. Diese Pumpe soll auch dazu dienen, das während der Trockenhaltung der Schleuse durch Regenfälle, durch Undichtigkeiten in den Anlegeflächen des Schwimmthors und aus sonstigen Ursachen in die Schleusen gelangende Wasser zu entfernen.

Wenn die Arbeiten in der Schleuse, für die die Trockenlegung derselben erfolgte, beendet sind, dann mufs die Schleuse zunächst wieder mit Wasser gefüllt werden. Für diesen Zweck sind dicht über dem Steven Rohrleitungen in die Schwimmthore eingebaut, die von Aufsenhaut zu Aufsenhaut führen und durch Ventile geschlossen werden. Sobald die Ventile geöffnet werden, strömt das Wasser durch die Leitungen in die Schleuse, und zwar ist der Durchmesser der Rohre so bemessen, dafs das Anfüllen der Schleuse bei einem ständig auf der Höhe von + 19,77 liegenden Aufsenwasserstande etwa sechs Stunden Zeit erfordert. Nunmehr ist noch das Heben und Ausfahren des Schwimmthors nöthig. Das Heben geschieht durch Auspumpen des beim Senken in die beiden Endtheile, die aufserhalb der die Maschinen- und Kesselräume begrenzenden wasserdichten Querschotte liegen, eingelassenen Wassers. Das Auspumpen kann entweder mit den beiden grofsen oder mit der kleinen Kreiselpumpe erfolgen, da von beiden Pumpenanlagen Saugrohre nach den Endtheilen führen. Werden die grofsen Pumpen benutzt, dann erfordert die Hebung nicht ganz zwei Minuten Zeit, die Benutzung der kleinen Pumpe kommt eigentlich nur dann in Frage, wenn beim Absenken des Schwimmthors ungeschickt vorgegangen worden ist und das Schwimmthor sich unten auf die Schleusensohle aufgesetzt hat. Es mufs dann so weit angehoben werden, dafs es eben über der Sohle schwimmt, um sich unter der Einwirkung des nach der Inbetriebnahme der grofsen Pumpen eintretenden Wasserüberdrucks leicht und sicher an die Anschlagsflächen der Seitenmauern und der Schleusensohle anzulegen, und dazu bedient man sich der kleinen Kreiselpumpe, weil dann das Heben des Schwimmthors so langsam vor sich geht, dafs das Schwimmthor genau auf die gewünschte Höhenlage eingestellt werden kann. Zur Erleichterung dieses Einstellens sind an beiden Enden und an beiden Seiten der Schwimmthore Tiefgangsmarken angebracht.

Der Schiffskörper der Schwimmthore ist durchweg aus weichem Flufseisen hergestellt, auf seine Durchbildung soll hier nicht näher eingangen werden, da diese in das Gebiet

des Schiffbaues fällt. Die Text-Abb. 263 läfst übrigens die wichtigsten Einzelheiten erkennen. Der Entwurf zu den Schwimmthoren und den zugehörigen Maschinen wurde im Wege des öffentlichen Verdingungsverfahrens erzielt. Der Ausschreibung lag ein Programm zu Grunde, in dem neben den Angaben der Schleusenmafse die Zweckbestimmung der Schwimmthore und die Anforderungen, die seitens der Canal-Bauverwaltung an die Schiffsgefäfse und die Maschinen gestellt wurden, näher erläutert waren. Bei dieser Verdingung gab die Actiengesellschaft „Howaldtswerke" in Kiel ein Angebot ab, das in allen wesentlichen Theilen die Schwimmthore so vorsah, wie sie oben beschrieben worden sind, und erhielt darauf den Zuschlag. Die Ablieferung der Schwimmthore erfolgte im Juni 1894, in Benutzung sind sie noch nicht gekommen und kommen auch hoffentlich erst in späterer Zeit einmal dazu. Angaben über ihre Bewährung können also nicht gemacht werden; es kann nur gesagt werden, dafs die Proben, soweit sie bisher gemacht worden sind und ohne Trockenlegung einer Schleuse gemacht werden konnten, günstige Ergebnisse geliefert haben.

Nach der Abrechnung des mit den Howaldtswerken abgeschlossenen Vertrages haben gekostet:

das Aufsenhaupt-Schwimmthor . . .	190 300 ℳ
das Binnenhaupt-Schwimmthor . . .	159 700 „
beide Thore zusammen also	350 000 ℳ.

In diesem Preise ist die Lieferung sämtlicher für den Betrieb der Schwimmthore nothwendigen Geräthe und Handwerkszeuge und die Lieferung einer gröfseren Anzahl von Ersatzstücken mit eingeschlossen. Zum Schlufs soll noch erwähnt werden, dafs das Binnenhaupt-Schwimmthor mit einer Vorrichtung versehen worden ist, die es gestattet, die beiden grofsen Kreiselpumpen zum Auspumpen von Wasser aus beschädigten und infolge dessen voll Wasser gelaufenen Schiffen zu benutzen. Es ist nämlich ein an den gemeinschaftlichen Theil der Saugeleitung der beiden Pumpen angeschlossenes Rohr nach dem Deck des Schwimmthors hinaufgeführt und hier mit einem drehbaren Saugekopf versehen, der seinerseits mit acht Verschraubungen zum Anschlufs von Schläuchen und den zugehörigen acht Absperrventilen ausgestattet ist. Diese Vorrichtung ist bisher noch nicht benutzt worden und wird auch wohl in Zukunft kaum jemals in Gebrauch kommen, da unterdessen ein Pumpendampfer für den Canal beschafft worden ist, der vermöge seiner gröfseren Beweglichkeit schneller zu dem verunglückten Schiffe gelangen kann, als das Schwimmthor.

F. Brücken und Fähren.

In dem den Bauentwurf behandelnden Abschnitt dieser Veröffentlichung und zwar auf Seite 383 bis 388 des Jahrganges 1896 dieser Zeitschrift sind bereits einige Angaben über die Brücken und Fähren des Kaiser Wilhelm-Canals gemacht worden. Diese Mittheilungen haben sich jedoch darauf beschränkt, die Zwecke, denen die einzelnen Anlagen zu dienen haben, zu erörtern und die Gründe anzugeben, die in den Einzelfällen die Anordnung entweder einer festen Brücke oder einer Drehbrücke, einer Schwimmbrücke oder endlich einer Fähranlage für die Ueberleitung des Landverkehres über den Canal angezeigt erscheinen liefsen. Im nachfolgenden sollen die einzelnen Anlagen näher erörtert werden und zwar nacheinander:

a) Die Hochbrücke bei Grünenthal.
b) Die Hochbrücke bei Levensau.
c) Die beiden Eisenbahn-Drehbrücken bei Osterrönfeld.
d) Die Strafsenbrücke bei Rendsburg.
e) Die Eisenbahn-Drehbrücke bei Taterpfahl.
f) Die Prahm-Drehbrücke bei Holtenau.
g) Die Fähren.

a) Die Hochbrücke bei Grünenthal.

Hierzu die Abbildungen auf Bl. 67 bis 69.

Allgemeine Anordnung. Die Brücke dient — wie aus dem Lageplan der Canalstrecke von km 29 bis km 42, Abb. 2 auf Bl. 55/56 des Jahrganges 1896 dieser Zeitschrift, zu ersehen ist — gleichzeitig zur Ueberführung der von Neumünster über Itzehoe nach Tönning führenden Eisenbahn und der von Itzehoe über Hademarschen nach Heide führenden Landstrafse. Aufserdem ist die Brücke dazu benutzt worden, zwischen dem östlich vom Canal gelegenen Orte Beldorf und seinen westlichen durch den Canal von ihm getrennten Gemarkungstheilen eine Verbindung herzustellen. Dieser letztere Zweck hat jedoch auf die Gestaltung der Hochbrücke selbst keinerlei Einflufs ausgeübt, er machte nur die Anlage von Rampen an der nördlichen Seite der beiden zu der Brückenfahrbahn hinaufführenden Dämme nothwendig.

Die Landstrafse von Itzehoe nach Heide verlief an der Stelle, wo sie die Canallinie kreuzte, annähernd auf dem höchsten Theil des Landrückens, der dort die Wasserscheide zwischen der Elbe und der Eider bildet. Ihre Krone lag rund 23 m über dem zukünftigen gewöhnlichen Canalwasserstande. Die Eisenbahn kreuzte den Canal 920 m nördlich von der Landstrafse an einer Stelle, wo das Gelände schon beträchtlich tiefer und die Schienenoberkante nur noch 11,5 m über dem künftigen Canalwasserstande lag. Die Brücke mufste, um den Ansprüchen der Kriegsmarine zu genügen, auf die mittleren 35 m ihrer Spannweite mit der Unterkante des Ueberbaues 42 m über dem Canalspiegel liegen. Diese Höhe, die, nebenbei bemerkt, mit der lichten Durchfahrtshöhe über Mittel-Hochwasser der bekannten Hängebrücke über den East-River bei New-York ganz annähernd übereinstimmt, ist auch für die zwischen der Nord- und Ostsee verkehrenden gröfsten Handelsschiffe reichlich genügend.

Aus der Lichthöhe von 42 m über dem mittleren Canalwasserspiegel von + 19,77 und der Annahme, dafs die Bauhöhe der Fahrbahn zwischen der Brückenunterkante und der Schienenoberkante 1,13 m betragen werde, ergab sich die Höhenlage der Brückenfahrbahn zu + 62,90, oder ziemlich genau 20 m über der bisherigen Strafsenkrone und der Wasserscheide zwischen Elbe und Eider. Da die Unterhaltungskosten eines Dammes mit seiner Höhe wachsen und die Sicherheit der Dämme im allgemeinen mit ihrer Höhe abnimmt, so erschien es schon aus diesen Gründen angebracht, die Brücke möglichst dorthin zu legen, wo die Dammhöhe am geringsten wurde. Bei den Bodenuntersuchungen zeigte sich aber ferner auch, dafs die oberen Bodenschichten nur auf der eigentlichen Wasserscheide und zwar nur auf kurze Strecken nördlich und südlich von der Landstrafse zur unmittelbaren Aufnahme von Brückenwiderlagern geeignet waren.

Es stand hier ein mehr oder weniger lehmhaltiger, gelblicher Sand an, unter dem zunächst blauer Mergel folgte. In einiger Entfernung von der Landstrafse verlor sich auf beiden Seiten die Sandschicht, und der blaue Mergel war von Moor überdeckt, sodafs also hier ein tieferes Hinabführen der Widerlager nothwendig gewesen wäre. Unter diesen Umständen konnte es nicht zweifelhaft sein, dafs die Brücke möglichst auf die eigentliche Wasserscheide verlegt werden mufste, und ihre Längsachse wurde dementsprechend und unter Berücksichtigung noch weiterer, unwesentlicherer örtlicher Verhältnisse nur soweit nördlich von der Landstrafse angeordnet, dafs der Bestand der Landstrafse bei der Gründung der Pfeiler nicht gefährdet werden konnte. Bei dieser Lage liefsen sich auch die Anschlüsse der Brücke an die bestehende Eisenbahn ohne Schwierigkeit zweckentsprechend herstellen, und der anzuschüttende Eisenbahn- und Strafsendamm kreuzte das nördlich vom Canal gelegene, tief eingeschnittene Gieselau-Thal an einer schmalen und von ziemlich steilen Abhängen begrenzten Stelle. Die neue Eisenbahnlinie wurde allerdings um rund 610 m länger als die alte, dafür wurde aber das verlorene Gefälle, das in der alten Bahnlinie sehr erheblich war, um 9,75 m verringert, und dieser Gewinn überwog die Nachtheile, die der Bahn aus der Verlängerung ihres Weges erwuchsen. Aufserdem gestalteten sich die Steigungsverhältnisse wesentlich günstiger als früher. Wie aus dem Längenschnitt, Abb. 7 Bl. 67, zu ersehen ist, beträgt die gröfste Steigung auf der westlichen Rampe 1 : 80, auf der östlichen sogar nur 1 : 100, während die Steigungen der alten Bahnlinie auf längeren Strecken 1 : 60 betragen hatten.

Der Körper der Landstrafse von Hademarschen nach Heide lehnt sich westlich und östlich der Brücke an die Südseite des Eisenbahndammes an. Die Gefällverhältnisse der Rampen, die Breitenmafse der Strafse, die Befestigung der

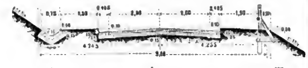


Abb. 265. Querschnitt der Landstrafse von Hademarschen nach Heide.

Fufswege und der Rinne zwischen der Strafse und der Böschung des Eisenbahndammes, endlich die Anordnung des Schutzgeländers sind aus der Abb. 7 Bl. 67 und Text-Abb. 265 zu ersehen.

Die Durchlässe. Um in den Vorfluthverhältnissen der Gegend keine Aenderungen herbeizuführen, mufsten in die beiden Dämme eine Reihe von Durchlässen eingelegt werden. Diese sind theils aus Thonrohren hergestellt und mit gemauerten Stirnen versehen, theils als Plattendurchlässe und endlich als gewölbte Durchlässe ausgebildet. Sie bieten mit Ausnahme des für die Unterführung der Gieselau hergestellten Bauwerks nichts bemerkenswerthes, dieses aber verdient der bei seinem Entwurf verfolgten Grundsätze und der nach der Ausführung eingetretenen Erscheinungen wegen Beachtung. Für die Bestimmung der Lichtweite des Durchlasses bot eine kurz unterhalb der Baustelle in der bestehenden Eisenbahnlinie gelegene, 6 m weite gewölbte Brücke einen genügenden Anhalt. Die Festsetzung des Durchflufsquerschnitts begegnete also keinen Schwierigkeiten, dagegen erschwerten die örtlichen Verhältnisse die Wahl des Durchlafsquerschnittes und der Gründung. Der Baugrund bestand, wie die angestellten Bohrungen ergeben hatten und wie aus der Abb. 1 auf Bl. 67 zu ersehen ist, unter den oberen, zum Theil sehr dünnen und verschiedenartig gelagerten Kies- und Sandschichten aus einer Mergelschicht, deren Tragfähigkeit nach den Bohrproben nur gering zu veranschlagen war. Unter dem Thon, aber 12 m unter der Geländeoberfläche, folgte Sand, der als tragfähig anzusprechen war. Die Höhe des Dammes erreichte bei dem Durchlasse, von dem Gelände ab gerechnet, 24 m, die gröfste in der Eisenbahnverlegung überhaupt vorkommende Höhe. Da auch der für die Dammschüttung zur Verfügung stehende Boden zu einem grofsen Theil aus mehr oder minder feuchtem Mergel bestand, so war gar nicht abzusehen, welche Bewegungen während der Herstellung des Dammkörpers in dem Damm selbst und ebenso in dem Baugrunde auftreten würden, insbesondere war zu befürchten, dafs auf den vor der Dammschüttung fertig zu stellenden Durchlafs aufser den lothrechten, durch das Gewicht des Dammes hervorgerufenen Kräften auch noch erhebliche, mehr oder weniger der wagerechten Richtung sich nähernde Kräfte einwirken würden. Unter diesen Umständen schien es nicht angebracht, das Bauwerk auf einen bis auf den festen Baugrund hinabreichenden Pfahlrost zu gründen und seinem Gewölbe oder seinen Gewölben die Eiform zu geben, wie es sonst vielfach bei Durchlässen unter hohen Dämmen geschehen ist und in vielen Fällen auch als zweckmäfsig angesehen werden mufs. Vielmehr erschien es bei der Unsicherheit über die Richtung, in der die Kräfte auf das Bauwerk einwirken, zweckmäfsig, die lichte Fläche des Durchlasses so zu wählen, dafs er beliebig gerichteten Kräften möglichst einen gleichen Widerstand entgegensetzt, also die Durchlafsöffnung annähernd kreisförmig zu gestalten. Ferner mufste darauf Bedacht genommen werden, dafs die auf das Bauwerk zur Wirkung gelangenden Kräfte möglichst klein wurden, und dazu war es nöthig, dafs das Bauwerk bis zu einem gewissen Grade an den Bewegungen des Dammes und seines Untergrundes theilnehmen konnte. Diese Bewegungen mufsten ungleichmäfsig ausfallen, da die Ueberschüttungshöhe in der Längsrichtung des Durchlasses, wie aus der Abb. 1 auf Bl. 67 zu ersehen ist, stark wechselt. Um der Gefahr vorzubeugen, dafs das Bauwerk in einzelne Theile zerrissen würde, die sich nach der Trennung ganz unabhängig von einander bewegten, wurde der Durchlafs auf einen aus starken Hölzern hergestellten Schwellrost gesetzt, der bis zu seiner Unterkante einbetonirt bezw. eingemauert wurde und dazu bestimmt ist, die Bewegungen eines Durchlafstheiles auch nach Eintritt eines in ganzer Höhe und ganzer Breite des Bauwerks durchgehenden Querrisses auf die Nachbartheile zu übertragen und die Zugkräfte aufzunehmen, die in den unteren Theilen des Bauwerks auftreten mufsten, wenn der Damm, wie zu vermuthen war, in der Mitte, wo seine Höhe am gröfsten ist, den Untergrund am meisten zusammenprefste.

Die Abb. 1 bis 6 auf Bl. 67 stellen den Durchlafs so dar, wie er zur Ausführung gelangt ist. Danach hat er zwischen den an den Stirnen angeordneten Spundwänden eine Länge von 77,46 m und zwei annähernd kreisförmige Durchflufsöffnungen, die durch einen kräftigen Mittelpfeiler

von einander getrennt sind. Das Mauerwerk ist theils aus Klinkern mit Cementmörtel vom Mischungsverhältnifs 1 : 3, theils aus Stampfbeton, der aus 1 Theil Cement, 4,5 Theilen Sand und 7 Theilen Granitkleinschlag besteht, hergestellt. Die Gewölbe sind aus $^1/_2$ Stein starken Ringen gebildet, die, so oft wie angängig, mittels ganzer, gleichzeitig zu zwei über einander liegenden Ringen gehöriger Steine in gegenseitigen Verband gebracht wurden. Die Stirne des Durchlasses, die Vorköpfe des Mittelpfeilers und die Flügel sind zur Erzielung gröfserer Dauerhaftigkeit mit Granitbruchsteinen, die bei der Ausschachtung der benachbarten Canalstrecke gewonnen waren, und mit Granitwerksteinen aus Steinbrüchen des Harzes verblendet worden. Die obere Abdachung des Durchlasses ist auf einer in Cementmörtel verlegten Ziegelflachschicht mit einer 1 cm starken Lage Asphaltfilz aus der Fabrik von Büsscher und Hoffmann in Eberswalde abgedeckt, die übrigen Betonflächen sind nur mit einem glatten Cementputz versehen worden. Der Mauerwerkskörper des Durchlasses ist durch vier Querfugen in fünf Theile getheilt, während der Rost von Endspundwand zu Endspundwand ungetheilt durchgeht.

Die allgemeine Anordnung der Brücke. Auf die Gestaltung des eigentlichen Brückenbauwerks hatten zwei Umstände den wesentlichsten Einflufs. Die westholsteinische Eisenbahn und die Landstrafse von Hademarschen kreuzten die Canallinie, wie oben bereits gesagt worden, in einem Abstande von ungefähr 900 m, und für diese beiden Verkehrswege mufsten solange, bis die herzustellende Brücke für die Ueberleitung des Verkehrs benutzt werden konnte, zwei Dämme quer durch die Canalausschachtung stehen bleiben. Diese Dämme erschwerten den Arbeitsbetrieb in der Grünenthaler Canalstrecke, die einen Theil des grofsen Erdarbeiten-Loses VI bildete, in empfindlichster Weise, und es war deshalb in Rücksicht auf die rechtzeitige Vollendung der Arbeiten in diesem Lose, die allein die Bewegung von rund 14 Millionen Cubikmeter Boden umfafsten, geboten, diese Dämme baldmöglichst zu entfernen. Deshalb mufste die Brücke so angeordnet werden, dafs ihre Ausführung ganz unabhängig von dem Stande der Erdarbeiten erfolgen und sofort nach Beendigung der Entwurfsarbeiten in Angriff genommen werden konnte.

Das Gelände lag an der Stelle, wo die Brücke zu erbauen war, auf der Höhe + 41,63, und daraus ergab sich die Entfernung zwischen den Oberkanten der Canalböschungen zu ungefähr 144 m. Es kam in Frage, ob diese Weite in einer Spannung zu überbrücken, oder ob die Stützweite des Ueberbaues durch Anordnung von Mittelpfeilern in mehrere Theile zu zerlegen war. Die von der Kaiserlichen Marine an die Brücke gestellten Forderungen gingen, wie oben schon erwähnt, nur dahin, dafs die Lichthöhe des Bauwerks in den mittleren 35 m der Canalbreite 42 m betragen müsse, sie hätten also die Anordnung von zwei Mittelpfeilern gestattet. Dagegen liefsen die Baugrundverhältnisse es nicht rathsam erscheinen, Mittelpfeiler zu wählen. Das Grundmauerwerk solcher Pfeiler hätte bis unter die Canalsohle oder wenigstens bis in die Nähe derselben hinabgeführt werden müssen, und gerade in dieser Höhenlage bestand der Baugrund aus ziemlich feinem Sand, der unter starkem Wasserdruck stand und die Gründung der Pfeiler recht schwierig und kostspielig gemacht haben würde. Aufserdem hätten die Pfeiler von der Einschnittshöhe aus, die bei Beginn der Gründungsarbeiten durch die Erdarbeiten erreicht war, herabgetrieben werden müssen, und endlich konnte der Bestand der hohen Pfeiler durch nachträgliche Bodenbewegungen in den unteren Schichten leicht gefährdet werden. Allen diesen Unbequemlichkeiten und Unsicherheiten entging man durch die Ueberbrückung des Canals in einer einzigen Spannweite, und deshalb wurde auf die Anordnung von Mittelpfeilern und die daraus sich voraussichtlich ergebende Ersparnifs an den Baukosten verzichtet. Um dabei die Brücke gegen Schädigungen zu sichern, die als Folge kleinerer, bei der Aushebung des Canalquerschnitts unter der Brücke eintretender und wegen des starken Wassergehaltes der tief liegenden Sandschichten zu befürchtender Rutschungen sich ergeben konnten, wurden die Widerlager der Brücke beiderseitig des Canals 6 m von der Vorderkante der Canalböschungen abgerückt, sodafs die Lichtweite zwischen den Widerlagern 156 m beträgt. Hieraus ergab sich zugleich die Möglichkeit, auf beiden Canalufern Wege unter der Brücke durchzuführen.

Nachdem die Entscheidung getroffen war, dafs die Brücke nur eine Spannung erhalten solle, trat die Frage auf, welche Bauart dem Ueberbau zu geben sei. Die Anwendung eines Gewölbes konnte bei der grofsen Spannweite nicht in Betracht kommen, es mufste also Eisen für die tragenden Theile des Ueberbaues gewählt werden, und da war die Wahl zwischen Balkenträgern und Bogenträgern zu treffen. Beide Trägerarten erfordern bei Spannweiten von mehr als 100 m unter gewöhnlichen Verhältnissen etwa dieselben Baukosten. Bei der Grünenthaler Brücke mufsten die Widerlager dem Erddruck eines Dammes von mehr als 20 m Höhe widerstehen, und da mufste der Bogenschub, der sonst eine gröfsere Stärke der Widerlager als bei gleichweit gespannten Balkenbrücken nothwendig macht, auf die Verringerung der Widerlager-Abmessungen hinwirken. Es war also zu erwarten, dafs eine Bogenbrücke unter den vorliegenden Verhältnissen gegenüber einer Balkenbrücke eher etwas billiger als theurer werden würde. Aufserdem haben die Bogenbrücken den Vortheil, dafs sie den Anforderungen, die aus Schönheitsrücksichten an Brückenbauten zu stellen sind, viel mehr entsprechen als Balkenbrücken, und hierauf wurde um so mehr Werth gelegt, als zur Zeit der Entwurfbearbeitung die Grünenthaler Brücke das einzige Bauwerk des Canals war, mit dem eine grofse, die bauliche Bedeutung des Canals zum Ausdruck bringende monumentale Wirkung erzielt werden konnte. Diese Umstände führten zu dem Entschlufs, die Bogenform für die Hauptträger anzunehmen.

Der Ueberbau der Brücke. Die Forderung der Marine, dafs die lichte Höhe unter der Brücke auf 35 m Breite 42 m betragen müsse, sowie die behufs Verminderung der Dammhöhen auf nur 1,13 m festgesetzte Höhe zwischen der Unterkante des Ueberbaues und der Schienenoberkante machten es nothwendig, die Hauptträger in dem mittleren Theil der Brücke über die Fahrbahn hinausragen zu lassen (Text-Abb. 266). In welchem Mafse das stattfinden mufste, war sowohl von der Höhenlage der Bogenstützpunkte als auch von dem Pfeilverhältnifs des Bogens abhängig. Die Stützpunkte der Bogen mufsten mindestens so hoch über dem

Gelände liegen, dafs die Streifen zwischen den Pfeilern und den Böschungskanten für den Verkehr mit hochbeladenen Erntewagen benutzt werden können. Um dieser Anforderung zu entsprechen, hätten die Auflager tiefer gelegt werden können, als sie in Wirklichkeit liegen, ihre Höhenlage ist aus dem Gesichtspunkt heraus bestimmt worden, dafs sie einem Beobachter, der auf einem den Canal durchfahrenden Schiffe steht, nicht durch die Oberkante der Einschnittsböschungen verdeckt werden, die Höhenlage ist also nach

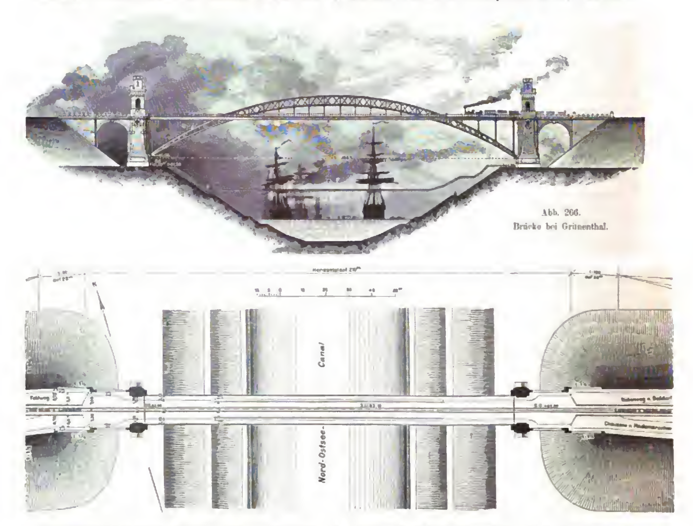
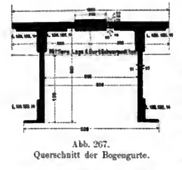


Abb. 266.
Brücke bei Grünenthal.

schönheitlichen Rücksichten gewählt worden. Das Pfeilverhältnifs der Bogen wurde so grofs genommen, dafs sich einmal zwischen den beiden Bogen noch möglichst günstige Querverbindungen oberhalb der Fahrbahn anbringen liefsen, dafs die Strecke, auf welche die Bogen solche Querverbindungen nicht erhalten konnten, möglichst kurz wurde und endlich die durch die Bogen, die Fahrbahn und die Verbindungsglieder zwischen der Fahrbahn und den Bogen gebildeten Felder angemessene Höhen- und Breitenverhältnisse erhielten.

Für die Bogen wurde die Sichelform mit der gröfsten Höhe in der Brückenmitte und der kleinsten Höhe an den beiden Bogen-Enden gewählt. Die beiden Auflager sind mit Gelenken versehen. Der Obergurt der Bogen ist nach einem Halbmesser von 150 m, der Untergurt nach einem Halbmesser von 135 m gekrümmt, an den Bogen-Enden laufen jedoch Ober- und Untergurt nicht in einem Punkt zusammen, vielmehr beträgt die Entfernung zwischen den Schwerpunkten des Ober- und Untergurts, gemessen senkrecht zur Bogenmittellinie und in 1,15 m Abstand von dem Mittelpunkt des Drehgelenks, noch rund 1 m. Die Höhe der Bogen, gemessen zwischen den Schwerpunkten des Ober- und Untergurts, beträgt in der Brückenmitte 4,10 m. Der Ober- und der Untergurt des Bogens haben den in der Text-Abb. 267 dargestellten Querschnitt erhalten, die Vergröfserung oder die Verringerung der Gurtquerschnitte ist durch Hinzufügen oder durch Weglassen eines oder mehrerer Paare der 500 mm breiten Deckbleche, theilweise auch durch Ersatz der obersten Decklaschen durch nur 300 mm breite Laschen erfolgt. Jeder Gurt ist der Länge nach in der Mitte getheilt, und die Längsfuge ist durch aufgenietete, 200 mm breite Flacheisen gedeckt. Durch diese Theilung ist erreicht worden, dafs die zu den Gurtplatten verwandten Eisentheile nur die halbe Breite der Gurte zu haben brauchten und so die Verwendung von Flacheisen möglich wurde, während die Gurtplatten sonst aus

Blechen hätten hergestellt werden müssen, die nicht nur um wenigstens 25 v. H. theurer sind, sondern auch wegen der geringeren Länge, in der sie erhältlich sind, eine beträchtliche Vermehrung der Stöfse herbeigeführt haben würden. Auch wiegen die einzelnen Stücke, in denen die Bogengurtungen nach der Baustelle gesandt werden mufsten, nur die Hälfte, sodafs die Stücke bei gleichem Gewicht doppelt so lang gemacht werden konnten, also die Nietarbeit bei der Aufstellung der Brücke wesentlich eingeschränkt werden konnte. Nachtheile stehen diesen Vortheilen nicht gegenüber, da die 200 mm breiten Deckbleche mit in den Gurtquerschnitt gerechnet werden konnten. Die die Stehbleche an der von den Gurtblechen abgekehrten Kante säumenden Winkeleisen haben den Zweck, das Trägheitsmoment der Gurte zu vergröfsern. Diese Vergröfserung war erwünscht, weil zwischen zwei Knotenpunkten der Bogen in den Gurten Biegungsspannungen auftreten, die theils eine Folge der Krümmung der Gurte sind, theils durch das Eigengewicht der Gurte hervorgerufen werden. Die Winkeleisen boten überdies Gelegenheit, die beiden Gurttheile durch Gitterwerk zu verbinden und damit die Stehbleche gegen Ausbiegen an ihren freien Enden zu sichern.


Abb. 267.
Querschnitt der Bogengurte.

Das die Bogengurtungen mit einander verbindende Gitterwerk besteht aus zwei sich kreuzenden Scharen von Schrägstreben und aus lothrechten Pfosten. Dadurch sind die Bogen mehrfach statisch unbestimmt geworden, während sie bei Anordnung einfacher Schrägstreben ohne Pfosten nur einfach statisch unbestimmt gewesen wären. Dieser Nachtheil wurde nicht verkannt, trotzdem aber theils aus Rücksichten auf die äufsere Erscheinung der Brücke, theils aus Rücksichten auf die Ausbildung besonders der Querverbände in den Kauf genommen. Die Fahrbahn der Brücke ist im mittleren Theil der Länge mittels lothrechter Stäbe an den Bogenuntergurt angehängt, in den Endtheilen mittels lothrechter Pfosten auf den Bogenobergurt gestützt. Es erschien angemessen, dementsprechend auch das Gitterwerk zwischen den Bogengurten an den Unterstützungspunkten mit lothrechten Gliedern zu versehen. In baulicher Beziehung ergab sich damit zugleich die Möglichkeit, zwischen den beiden Gurten Querverbände herzustellen, die in einer lothrechten Ebene liegen und somit nicht das Bestreben haben, infolge ihres Eigengewichtes aus ihrer Ebene herauszubiegen. Das war für alle Querverbände erwünscht, besonders wichtig aber für die beiden Querverbände, in denen die Windkräfte, die auf den über der Brückenfahrbahn liegenden Theil der Bogen einwirken, auf die unter der Fahrbahn liegenden Bogentheile behufs Weiterleitung nach den Widerlagern übertragen werden.

Die Pfosten und die Schrägstreben des Gitterwerks der Bogen sind je aus zwei Paar Winkeleisen, die durch gekreuzte Flacheisenstäbe mit einander verbunden sind, gebildet. Bei den Pfosten und den nach den Widerlagern zu steigenden Schrägstreben weisen die senkrecht zu den Bogenebenen stehenden Schenkel der Winkel nach der Mitte der Gurtungen. Diese Stäbe sind zwischen die Stehbleche der Bogengurte eingebaut, und die mit den Gurtungen gleichlaufenden Winkeleisen-Schenkel sind mit den Stehblechen vernietet. Die nach der Bogenmitte steigenden Schrägstreben haben die senkrecht zur Bogengurtung stehenden Winkelschenkel nach aufsen gekehrt und sind mit Hülfe von Anschlufswinkeln mit den Stehblechen der Bogengurtungen in Verbindung gebracht. Infolge dieser Anordnung können sich die sich kreuzenden Schrägstreben unabhängig von einander verschieben. An dem Bogenanfange ist das Gitterwerk durch eine volle Blechwand ersetzt. Zwischen die beiden Blechwände sind lothrecht zur Bogenmittellinie stehende Gitterwände eingebaut. Die beiden Blechwände jedes Bogenanfanges sind mit einigen länglichen Ausschnitten versehen, um der Luft einen leichten Zutritt zu den sonst fast ganz geschlossenen Kästen zu gewähren und dadurch ein rascheres Abtrocknen der Eisentheile zu ermöglichen, die von dem in dem Troge der unteren Gurtung herablaufenden Wasser benetzt werden. Aufserdem führen diese Ausschnitte ein günstigeres Aussehen der Bogen-Enden herbei.

Die Entfernung der Auflagermitten der beiden Bogenfüfse, gemessen in der Querachse der Brücke, wurde zu 12,40 m gewählt, um die Brücke auch bei starken Stürmen gegen Drehungen um die Auflager der Bogen sicher zu stellen. Da eine dementsprechende Breite der Brückenfahrbahn der Geringfügigkeit des Verkehrs sowohl auf der Landstrafse als auch auf der Eisenbahn wegen nicht erforderlich war, so wurde den Bogenträgern die Neigung 1 : 8 gegen das Loth gegeben. In der Brückenmitte beträgt infolge dessen die wagerechte Entfernung der Obergurt-Schwerpunkte der beiden Bogen nur 6 m, die lichte Breite zwischen den Bogen beträgt dagegen in den für den Fuhrwerksverkehr in Frage kommenden Höhen über der Fahrbahn überall mindestens 6,5 m. Dieses letztere Mafs wurde auch für die Breite der Fahrbahn in dem mittleren Theil der Brücke gewählt, während die Fahrbahn in den Theilen, in denen sie oberhalb der Bogenträger liegt, auf 8 m verbreitert ist. Die Fahrbahn hat im Aufrifs eine schwache Krümmung nach oben erhalten, weil lange wagerechte Linien nach unten durchgebogen erscheinen. Bei mittlerer Wärme liegt die Fahrbahn in der Bogenmitte 187 mm höher als an den Enden. Selbst wenn jedes Widerlager unter der Belastung durch die Brücke um 20 mm wagerecht nach aufsen gewichen wäre, würde der Stich der Fahrbahn auch bei dem höchsten, in Rechnung gezogenen Kältegrade (— 30° C.) noch 100 mm betragen. Die Eisenbahn ist eingleisig, das Gleis ist auf die Mitte der Brücke verlegt, sodafs die Brücke also nicht gleichzeitig von dem Eisenbahn- und Strafsenverkehr benutzt werden kann. Die Schienen ruhen auf eichenen Querschwellen, die so nahe bei einander liegen, dafs an jeder beliebigen Stelle ein Schienenstofs angeordnet werden kann. Die Schwellen werden von Längsträgern unterstützt, die als Blechträger ausgebildet sind und in der Brücken-Querachse gemessen 1,80 m Entfernung von einander haben. Da diese Blechträger im Verhältnifs zu ihrer Länge nur geringe Gurtbreiten haben, sind sie durch drei Querverbände und einen in Höhe des Obergurtes angeordneten, aus einem einfachen Fachwerk bestehenden Längsverband gegen Ausbiegungen, die durch seitliche Drücke der

Locomotivräder veranlafst werden könnten, gesichert. Die Fahrbahn der Brücke ist aus einem doppelten Belag von eichenen Bohlen gebildet. Der untere Belag mufste 12 cm Stärke erhalten, da die Brücke von Wagen mit 20 t Gewicht und 10 t Achsdruck befahren werden soll; der obere Belag ist 4,5 cm stark. Zwischen den Schienen liegen die unteren wie die oberen Bohlen wagerecht und nach der Längenrichtung der Brücke, aufserhalb der Schienen hat der Belag ein Quergefälle von 1 : 30 erhalten, und der obere Belag ist quer zur Brückenlängsachse gerichtet. Die unteren Bohlen werden, wie die Abbildungen auf Bl. 68 u. 69 ersehen lassen, von einem Rost von U Eisen, N. P. Nr. 22, getragen. Soweit diese U Eisen senkrecht zur Brückenlängsachse liegen, ruhen sie sämtlich mit dem einen Ende auf einem der beiden, das Schienengleis unterstützenden Längsträger auf, und aufserdem werden sie von einem zweiten Längsträger, der in 1,8 m Entfernung von dem Schienenträger angeordnet und ebenfalls als Blechträger ausgebildet ist, unterstützt.

Der Belag der Fufswege besteht aus 7 cm starken eichenen Längsbohlen, die mit einem nach der Brückenmitte zu gerichteten Quergefälle von 1 : 50 verlegt sind. Die Bohlen liegen auf eichenen Balkenhölzern auf, die ihrerseits dreimal unterstützt sind, nämlich mit dem einen Ende auf einem Längs-U Eisen, das von den langen Quer-U Eisen des den unteren Fahrbahnbelag tragenden U Eisen-Rostes getragen wird, mit dem anderen Ende auf den unteren Fahrbahn-Bohlen und annähernd in der Mitte auf einem Längs-U Eisen.

Die zur Unterstützung des Gleises und des Brückenbelages dienenden Längsträger sind an Querträger angeschlossen, die als Blechträger ausgebildet sind und im mittleren Theil der Brücke an den Untergurten der beiden Bogen aufgehängt, in den Endtheilen auf die Obergurte der beiden Bogen abgestützt und dort, wo die Bogen die Fahrbahn durchdringen, an die Pfosten des Bogen-Gitterwerks angeschlossen sind. Die Abb. 1 bis 10 auf Bl. 68 u. 69 zeigen die Verbindung der Querträger mit den Bogenträgern. In dem mittelsten Fahrbahnfeld der Brücke und ebenso in den fünf letzten Feldern an beiden Brücken-Enden sind die Längsträger mit den Querträgern durch Nietung fest verbunden, in den übrigen zwölf Fahrbahnfeldern sind die Längsträger

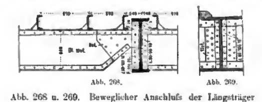


Abb. 268 u. 269. Beweglicher Anschlufs der Längsträger an die Querträger.

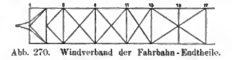
mit ihrem den Brückenwiderlagern zugekehrten Ende mit den Querträgern fest vernietet, das andere Ende schliefst beweglich an den zugehörigen Querträger an. Die Text-Abb. 268 und 269 zeigen die Ausbildung des beweglichen Anschlusses eines Fahrbahnlängsträgers. Danach ist das 10 mm starke Stehblech des Trägers, dessen Höhe am Anschlufs auf 28 cm eingeschränkt ist, durch zwei aufgenietete Bleche von je 8 mm Dicke verstärkt, und die Gurtwinkel sind vor dem Ende des Stehbleches abgeschnitten. Das verstärkte Stehblech ist zwischen die vom Querträger abstehenden Schenkel von zwei Anschlufswinkeln hineingeschoben und ruht mit seiner sorgfältig bearbeiteten unteren Fläche auf einem ebenfalls sorgfältig bearbeiteten, in seiner Oberfläche abgerundeten Füllstück auf, das zwischen die abstehenden Schenkel der Anschlufswinkel eingebaut und mit ihnen durch Nietung verbunden ist. Durch die Anschlufswinkel und das verstärkte Stehblech hindurch führen zwei abgedrehte Schraubenbolzen, die Bolzenlöcher im Stehblech sind jedoch so grofs, dafs die Fahrbahnlängsträger sich innerhalb der gröfsten vorkommenden Längenänderungen ungehindert verschieben können. Die Anschlüsse der Längsträger unter dem Eisenbahngleise sind genau ebenso ausgebildet, die Höhe der verstärkten Stehbleche beträgt jedoch 35 cm, das Stehblech selbst ist 12 mm dick, und die Verstärkungsbleche sind 10 mm stark. Warum ein Theil der Längsträger an dem einen Ende beweglich an die Querträger angeschlossen ist, der andere nicht, das wird später erörtert werden.

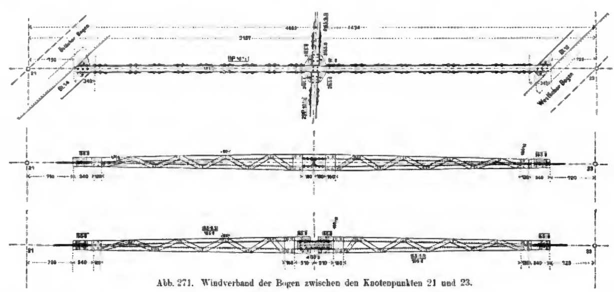
An beiden Enden der Brücke wird — wie die Abb. 1 u. 2 auf Bl. 68 u. 69 zeigen — je der letzte Querträger von etwa 14 m hohen, auf den Bogenobergurt abgestützten eisernen Pfosten getragen. Mit zunehmender Wärme werden diese Pfosten länger, und dementsprechend heben sich auch die End-Querträger; mit abnehmender Wärme werden die Pfosten kürzer, und dieselbe Wirkung übt jede Belastung der Pfosten aus, wie sie z. B. beim Auffahren eines Zuges stattfindet. Die kleinen Längsträger, die die Verbindung zwischen den Brückenwiderlagern und den Endquerträgern herstellen, mufsten infolge dessen auf dem Pfeilermauerwerk auf kleine Kipplager aufgelegt und an die Querträger in ähnlicher Weise angeschlossen werden, wie es soeben für die Anschlüsse der Längsträger im mittleren Theil der Brücke beschrieben worden ist.

Die Brückenfahrbahn hat ihren eigenen Windverband erhalten. Da sie die Bogen überschneidet und an den Ueberkreuzungsstellen fest mit ihnen verbunden werden mufste, so war es nöthig, eine Aenderung der Lage dieser Bogenpunkte gegen die Fahrbahn, wie sie durch die elastischen Verbiegungen der Bogen bei Wärmeschwankungen, unter der Einwirkung der Verkehrslast usw. veranlafst wird, zu verhindern, und deshalb wurden die beiden Ueberkreuzungsstellen jedes Bogens durch ein Zugband, das zugleich als Gurtung für den Windverband der Fahrbahn dient, mit einander verbunden. Das Zugband hätte sich vermeiden lassen, wenn die Fahrbahn aus drei Theilen hergestellt und der mittlere Fahrbahntheil gegen die äufseren verschiebbar angeordnet worden wäre. Es wurde indessen für rathsam gehalten, die Fahrbahn ungetheilt durchgehen zu lassen und fest mit den Bogen zu verbinden und alle inneren beweglichen Theile zu vermeiden. Eine geringe Verschiebung der Ueberkreuzungsstellen des Bogens mit der Fahrbahn gegen diese findet freilich infolge der Längenänderungen des Zugbandes durch seine Beanspruchung statt. Um die Querträger in solchen Fällen vor seitlichen Verbiegungen durch die Längsträger zu sichern, sind diese, wie oben bereits angegeben worden ist, mit dem einen Ende beweglich an die Querträger angeschlossen. Das Zugband ist, wie hier vorweg bemerkt werden soll, bei der Aufstellung der Brücke erst mit den Bogen vernietet worden, als der im übrigen vollständig fertig

gestellte Ueberbau bereits auf seinen Auflagern ruhte, Spannungen aus dem Eigengewicht der Brücke haben die beiden Zugbänder der Brücke also nicht erhalten. Die Eisenmengen, die in den Zugbändern enthalten sind, kommen übrigens den beiden Hauptträgern theilweise zu gute. Die Zugbänder vermindern nämlich die Beanspruchungen der Bogen durch die Verkehrslast, anderseits erhöhen sie die durch die Wärmeschwankungen in den Bogen erzeugten Spannungen. Da diese aber nicht so bedeutend sind wie die Beanspruchungen der Bogen durch die Verkehrslast, so wirken die Zugbänder auf eine Verminderung des Gewichts der Bogen hin.

Der Windverband der Fahrbahn besteht aus einem mittleren Theil und zwei Endtheilen. Der mittlere Theil hat dieselbe Länge wie die Zugbänder, er reicht also von dem in der Abb. 1 auf Bl. 68 u. 69 mit 15 bezeichneten Knotenpunkt bis zu dem entsprechenden, in der anderen Bogenhälfte gelegenen Punkte. Die beiden Zugbänder bilden die Gurte dieses Theiles des Windverbandes der Fahrbahn, das Gitterwerk wird durch die Querträger als Pfosten und durch gekreuzte, aus U Eisen bestehende und an der Ueberkreuzungsstelle miteinander vernietete Schrägstreben gebildet. Die U Eisen sind mit den Längsträgern der Brückenfahrbahn derartig in Verbindung gebracht, dafs sich die beiden Theile zwar unabhängig von einander verschieben, die U Eisen sich aber weder nach oben noch nach unten durchbiegen können. Der auf den mittleren Theil der Fahrbahn entfallende Winddruck wird an den Punkten 15 in ganzer Gröfse auf die Bogen übertragen. Die beiden Endtheile des Windverbandes der Fahrbahn übertragen die auf sie einwirkenden Kräfte theils auf das Widerlagermauerwerk, theils auf die Bogen. Als Gurte dieser Theile dienen zwei Längsträger, deren Querschnitt dem der Zugbänder nachgebildet ist. Diese Längsträger schliefsen zwischen den Knotenpunkten 11 und 13 an die obere Gurtung der Bogenträger an. Um die in diesen Trägern einerseits und den Zugbändern anderseits unter der Einwirkung von Windkräften entstehenden Spannungen möglichst von den Bogen fern zu halten, sind die Anschlufsstellen der beiderseitigen Windverband-Gurtungen durch im Innern der Bogen angeordnete Gitterstäbe mit einander verbunden. Auch in den Endtheilen des Fahrbahn-Windverbandes sind die Schrägstreben aus einfachen U Eisen gebildet. Das den Widerlagern zugekehrte Ende der Windträger ist, wie aus der Text-Abb. 270 zu ersehen ist, zu einem Schnabel zusammengezogen. Dieser Schnabel greift in ein auf dem Pfeilermauerwerk aufgestelltes Lager ein, das Bewegungen in der Längsrichtung der Brücke zuläfst, aber Bewegungen quer zur Längsachse verhindert. Der Windverband der Fahrbahn ist durchweg ohne Rücksicht darauf berechnet, dafs infolge der Steifigkeit der die Fahrbahn mit den Bogenträgern verbindenden Banglieder ein Theil des auf die Fahrbahn einwirkenden Winddruckes an jeder Unterstützungsstelle auf die Bogen übertragen wird.


Abb. 270. Windverband der Fahrbahn-Endtheile.


Abb. 271. Windverband der Bogen zwischen den Knotenpunkten 21 und 23.

Zwischen den beiden Bogenträgern wurden, wo immer es angänglich war, Querverbände angeordnet. In dem über der Fahrbahn liegenden Theil der Bogen war das wegen des für den Eisenbahn- und den Fuhrwerksverkehr freizuhaltenden Raumes nur zwischen den Knotenpunkten 19 der Fall. Diese Querverbände haben die aus den Abb. 8 bis 10 Bl. 68 u. 69 zu ersehende Anordnung erhalten. Bei Knotenpunkt 19 müssen die Kräfte, die in dem zwischen die Obergurte der Bogen eingebauten Windverbande entstehen können, auf den Windverband der Fahrbahn übertragen werden. Der dortige Querverband ist dementsprechend mit den beiden Bogen, insbesondere deren Pfosten, mit den Hängesäulen, mit denen der Querträger 19 an die Bogen-Untergurte angehängt ist, und mit dem Querträger selbst zu einem steifen Rahmen verbunden. Die Ausbildung dieses Rahmens zeigt die Abb. 8 Bl. 68 u. 69. Bei den Knotenpunkten 15 und 17 fehlt der Querverband, bei 13 und den nach den Brückenwiderlagern zu

folgenden Knotenpunkten sind jedoch wieder Querverbände vorhanden. Die Abb. 3 bis 5 Bl. 68 u. 69 zeigen die Ausbildung derselben. In der Nähe der Brückenauflager wurde von der Einschaltung eines Querverbandes zwischen die beiden Bogen Abstand genommen, weil dieser Querverband bei Wärmeschwankungen Druck- oder Zugkräfte auf die beiden Bogenträger ausüben würde, die wegen ihres dicht an den Auflagern erfolgenden Angriffes ungünstig auf die Bogen einwirken müfsten. Dagegen ist zwischen die Pfosten, die sich hier auf die Bogen-Obergurte stützen und den Querträger 1 der Fahrbahn tragen, ein Strebenkreuz eingebaut, das seitlichen Bewegungen der Fahrbahn entgegenwirken soll und in Abb. 2 Bl. 68 u. 69 dargestellt ist.

Der Windverband der Bogen liegt, wie oben schon erwähnt, zwischen den Knotenpunkten 19 in Höhe des Bogen-Obergurtes. Nachdem er dort in dem Querrahmen heruntergeführt ist, dient er bis zu den Knotenpunkten 15 der Fahrbahn und den Hauptträgern gemeinsam und verläuft dann bis zu den Bogen-Enden in der Höhe des Bogen-Untergurtes. Er besteht mit Ausnahme des der Fahrbahn gemeinsamen Theiles durchweg aus gekreuzten Schrägstreben, die je aus zwei UEisen zusammengesetzt sind. Die Abmessungen der UEisen werden von der Bogenmitte nach den Widerlagern zu stetig gröfser, in der Text-Abb. 271 ist das Windkreuz zwischen den Obergurt-Knotenpunkten 21 und 23 dargestellt. In gleicher Weise sind alle übrigen Windkreuze ausgebildet.

Die Auflager der Bogenträger bestehen, wie die Text-Abb. 272 bis 274 zeigen, aufser den Keilen und Einsatzstücken aus vier Theilen. Zwei dieser Theile werden durch den zweitheiligen Stützkörper gebildet, der den Bogenschub auf das Mauerwerk der Widerlager überträgt. Dieser Stützkörper ist aus Gufseisen hergestellt, zwischen seinen beiden Theilen sind Keile angeordnet, mit denen das eigentliche Gelenk vor dem Ausrüsten fest gegen den noch auf seinen Rüstungen ruhenden Bogen angedrückt wurde. Der obere Theil des Stützkörpers ist symmetrisch gestaltet, nur der untere Theil hat die aus der Neigung der Bogenebene sich ergebende ungleiche Höhe erhalten. Der untere Stützkörpertheil ist mit dem Widerlagermauerwerk durch acht kräftige Steinschrauben verbunden. Um die Uebertragung des Bogenschubes auf die Widerlager in der ganzen Auflagerfläche des unteren Stützkörpertheiles möglichst gleichmäfsig zu erhalten, ist zwischen den Stützkörper und die aus Granit bestehenden Widerlagerquader eine 3 mm starke Bleiplatte gelegt. Die bei dem gröfstmöglichen Bogenschube eintretende Beanspruchung der Widerlagerquader beträgt rund 43 kg für das qcm. In dem Obertheil des Stützkörpers ruht der aus Gufsstahl hergestellte Gelenkbolzen, der mit seiner eben gehobelten Unterfläche auf der gleichfalls behobelten Fläche des Stützkörpers aufliegt und durch seitliche Keile in die genaue Höhenlage eingestellt und dann festgestellt worden ist. Die Verschiebung des Gelenkbogens quer zur Bogenebene wird durch das aus der Text-Abb. 273 ersichtliche Einsatzstück verhindert. Der Gelenkbolzen ist auf seiner oberen Fläche nach einem Cylinder abgedreht und greift mit diesem Theil in das an dem Bogenanfang angebrachte Gufsstahlstück ein. Auch hier ist durch Anordnung eines Einsatzstückes dafür Sorge getragen, dafs Verschiebungen zwischen dem Gelenkbolzen und dem Bogenschuh nicht eintreten können. Um die Kraftübertragung zwischen dem Bogenanfang und dem Bogenschuh möglichst gleichmäfsig über die ganze Querschnittsfläche der Bogengurtungen und der zu diesem Zweck verstärkten Blechwände zu vertheilen, ist auch hier eine Bleiplatte zwischen die Berührungsflächen eingelegt. Der Bogenschuh ist aus einem vollen Stahlkörper ohne jede Aussparung gebildet; während der Aufstellung der Brückenüberbauten wurde er durch vier Stiftschrauben an dem Bogenanfang festgehalten.

Die Stäbe, mit denen die Querträger in dem mittleren Theil der Brücke an den Untergurten der Bogenträger an-

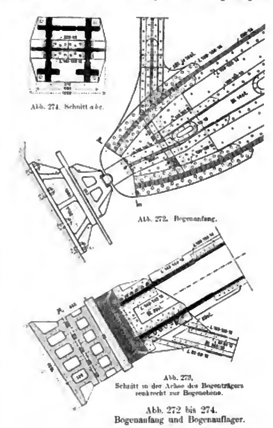

Abb. 271. Schnitt a b c.

Abb. 272. Bogenanfang.

Abb. 273. Schnitt in der Achse des Bogenträgers senkrecht zur Bogenebene.
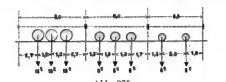
Abb. 272 bis 274. Bogenanfang und Bogenauflager.

gehängt sind, bestehen aus je zwei Paar, durch Flacheisenstäbe mit einander verbundenen Winkeleisen, die mit Hülfe von Anschlufsblechen an den Stehblechen der Untergurte befestigt sind. Für den Durchgang dieser Anschlufsbleche durch die Deckbleche der Bogengurte mufsten in den Deckblechen Schlitze hergestellt werden. An den Knotenpunkten 17 und 19 sind die Flacheisen-Gitterstäbe durch Blechwände ersetzt, und die Hängestangen bei 19 sind noch weiterhin verstärkt, da sie Theile der oben schon besprochenen Querrahmen zur Herabführung der Winddruckkräfte aus dem Bogen-Obergurt nach dem Untergurt der Bogen bilden.

Die Pfosten, die zur Abstützung der Querträger an den Enden der Brücke auf die Bogen-Obergurte dienen, sind aus einem Stehblech, zwei Paar dasselbe säumenden Winkeleisen und zwei UEisen gebildet, nur der Pfosten dicht an den Widerlagern hat seiner gröfseren Länge wegen statt jedes der beiden UEisen ein mit Winkeleisen gesäumtes Gurt-

blech erhalten. Die Pfosten liegen ebenso wie die Hängestangen sämtlich in der geneigten Bogenebene.

Der Berechnung der Bogenträger ist ein Lastenzug, aus zwei Locomotiven nebst Tendern und Wagen von den in der Text-Abb. 275 angegebenen Gewichten und Achsständen bestehend, zu Grunde gelegt. Die nur in besonderen Fällen vorkommende Stellung der Locomotiven mit den Schornsteinen


Abb. 275.

gegen einander wurde nicht in Betracht gezogen, da sie bei der bedeutenden Länge der Brücke ohne jeden Einflufs auf die Bemessung der Querschnitte des Ueberbaues sein mufste. Bei der Berechnung der Querträger wurde jedoch auch diese Möglichkeit berücksichtigt. Der untere Bohlenbelag der Fahrbahntafel, die denselben tragenden U Eisen und die Fahrbahnlängsträger sind für Raddrucke von 5 t bemessen, die Theile der Fufswege sind für Menschengedränge mit 400 kg Gewicht auf das qm berechnet.

Das System der Bogenträger ist statisch unbestimmt, die in den einzelnen Stäben derselben auftretenden Spannungen mufsten also mit Hülfe der Elasticitätslehre berechnet werden, und zwar wurden die Berechnungen nach dem Castiglionischen Satze durchgeführt: „In einem im Gleichgewicht befindlichen elastischen Systeme treten diejenigen Spannungen auf, welche dessen gesamte Formänderungsarbeit zu einem kleinsten machen". Da für diese Berechnung die Querschnitte der einzelnen Bogenstäbe bekannt sein mufsten, war es erforderlich, zunächst durch angenäherte Rechnungen die ungefähr der Wirklichkeit entsprechenden Spannungen und daraus die erforderlichen Querschnitte zu bestimmen. Deshalb wurden die Spannungen zunächst für einen Bogen mit drei Gelenken berechnet, wobei das doppelte Schrägstrebensystem in zwei einfache zerlegt wurde, und das Mittelgelenk für das eine System im Obergurt, für das andere im Untergurt angenommen wurde. Nachdem den Spannungen für Verkehrslast und Eigengewicht noch die durch Winddruck erzeugten zugezählt und danach die Querschnitte festgestellt waren, wurden die infolge von Wärmeänderungen in dem mit dem ermittelten Querschnitte versehenen Zweigelenkbogen entstehenden Spannungen ermittelt und danach die Querschnitte vergröfsert. Die so ermittelten Querschnitte wurden einer ersten, nach der Elasticitätslehre durchgeführten Berechnung zu Grunde gelegt. Diese Berechnung erfolgte, um die Anzahl der Unbekannten zu vermindern und damit die immerhin noch ziemlich umständliche Rechnung nach Möglichkeit zu erleichtern, ohne Berücksichtigung der Längenänderungen der Gitterstäbe. Nachdem die Querschnitte der Gurtstäbe nach den Ergebnissen dieser Berechnung verbessert waren, wurde eine zweite Berechnung durchgeführt, und zwar nunmehr mit Berücksichtigung der Längenänderungen der Schrägstreben. Diese zweite Berechnung ergab, dafs die nach der ersten Berechnung festgestellten Querschnitte nicht wesentlich geändert zu werden brauchten, und deshalb wurde von der Durchführung einer dritten Berechnung Abstand genommen, besonders auch in Rücksicht darauf, dafs die infolge kleiner Abweichungen von den richtigen Querschnittsabmessungen in der Berechnung sich ergebende Ungenauigkeit den Fehlern gegenüber ganz verschwindend ist, die durch die nothwendigen, vereinfachenden Annahmen entstehen.

Berechnet wurden die Spannungen in den einzelnen Bogenstäben für

1) die Verkehrslast,
2) das Eigengewicht,
3) Winddruck von 150 kg auf das qm der belasteten und 250 kg auf das qm der unbelasteten Brücke,
4) Wärmeschwankungen zwischen 40° Celsius über und unter der mittleren Wärme von + 10° Celsius,
5) ein etwaiges Nachgeben jedes der beiden Widerlager um 2 cm in der Wagerechten vor Vernietung des Zugbandes und um 0.8 cm unter der Einwirkung der Verkehrslast.

Die geneigte Lage der Bogen konnte unberücksichtigt gelassen werden, weil sie nur eine ganz geringfügige Vermehrung der Spannungen herbeiführt. Die Pfosten des Bogen-Gitterwerks wurden bei der Berechnung des wagerechten Schubes als nicht vorhanden angesehen, da sonst die Rechnung fast bis zur Undurchführbarkeit erschwert worden wäre. Unter Vernachlässigung der Pfosten ist, wenn die Spannungen in den Gurten und Schrägstreben unter Zerlegung des doppelten Systems in zwei einfache ermittelt werden, nur mit zwei Unbekannten, dem wagerechten Schube des Bogens und der Spannung im Zugbande, zu rechnen. Wenn die Pfosten berücksichtigt werden sollten, so würden hierzu noch weitere 21 Unbekannte treten. Bei der späteren Bestimmung der Querschnitte der Schrägstreben wurde die Einwirkung der Pfosten auf die Vermehrung der Druckspannungen in den Schrägstreben jedoch nicht aufser acht gelassen.

Wenn der wagerechte Schuh des Bogens mit H, die Spannung im Zugbande mit H_1 bezeichnet wird, wenn ferner bedeutet:

$\mathfrak{S}$ die Spannung in einem Stabe des Bogens, die unter der Einwirkung einer bestimmten lothrechten Belastung des Bogens entsteht, sofern H und H_1 gleich Null sind, also für den wagerecht verschieblichen, gewichtslosen Bogenträger d. h. einen Balken auf zwei Endstützen,

μ die Spannung desselben Stabes, wenn der Bogenträger gewichtslos und unbelastet ist, aber einen wagerechten Schub $H = 1$ erhält,

μ_1 die Spannung wie vor, aber für eine Spannung im Zugbande $H_1 = 1$,

dann ist die Spannung des betrachteten Stabes unter der gleichzeitigen Einwirkung der lothrechten Belastung und der Kräfte H und H_1, also bei dem eingespannten Bogen mit Zugband:

$$1. \qquad S = \mathfrak{S} + \mu \cdot H + \mu_1 \cdot H_1$$

und die bei der Längenänderung des fraglichen Stabes verrichtete Formänderungsarbeit, wenn s die Länge des Stabes, f den Querschnitt und E den Elasticitätsmodul des zum Stabe verwandten Baustoffes bezeichnet:

$$a = \frac{1}{2} \frac{S^2 \cdot s}{E \cdot f}.$$

Wenn l_1 die Länge, q den Querschnitt und E den Elasticitätsmodul des Zugbandes bezeichnet, dann ist die Formänderungsarbeit des Zugbandes:

$$a_1 = \frac{1}{2} \frac{H_1^2 \cdot l_1}{E \cdot q}$$

und, da der wagerechte Bogenschub H wegen der Unveränderlichkeit der Widerlager keine Arbeit verrichtet, die gesamte Formänderungsarbeit der sämtlichen Stäbe des Bogenträgers einschliefslich des Zugbandes:

$$2.\quad A = \frac{1}{2\,E}\left(\Sigma \frac{S^2 \cdot s}{f} + \frac{H_1^2 \cdot l_1}{q}\right),$$

wenn der zu dem Zugbande und den Stäben des Bogens verwandte Baustoff den gleichen Elasticitätsmodul hat.

A mufs nun nach dem Castiglionischen Satze ein kleinstes sein, es mufs infolge dessen sein:

$$3.\quad \frac{dA}{dH} = \frac{1}{E} \Sigma \frac{S \cdot dS}{dH} \cdot \frac{s}{f} = 0 \text{ und}$$

$$4.\quad \frac{dA}{dH_1} = \frac{1}{E}\left[\Sigma \frac{S \cdot dS}{dH_1} \cdot \frac{s}{f} + \frac{H_1 \cdot l_1}{q}\right] = 0.$$

Nach der Gleichung 1 ist

$$5.\quad \frac{dS}{dH} = \mu \text{ und } \frac{dS}{dH_1} = \mu_1,$$

werden in Gleichung 3 und 4 die Werthe von S aus Gleichung 1 eingesetzt, dann ergiebt sich, dafs

$$\frac{1}{E} \Sigma \frac{s}{f} (\mathfrak{S} + \mu \cdot H + \mu_1 \cdot H_1) \cdot \mu = 0 \text{ und}$$

$$\frac{1}{E}\left[\Sigma \frac{s}{f} (\mathfrak{S} + \mu \cdot H + \mu_1 \cdot H_1) \cdot \mu_1 + \frac{H_1 \cdot l_1}{q}\right] = 0$$

sein mufs, oder

$$6.\quad \Sigma \mathfrak{S} \cdot \mu \cdot \frac{s}{f} + H \Sigma \mu^2 \frac{s}{f} + H_1 \Sigma \mu \cdot \mu_1 \cdot \frac{s}{f} = 0 \text{ und}$$

$$7.\quad \Sigma \mathfrak{S} \cdot \mu_1 \frac{s}{f} + H \Sigma \mu \cdot \mu_1 \cdot \frac{s}{f} + H_1 \left(\Sigma \mu_1^2 \cdot \frac{s}{f} + \frac{l_1}{q}\right) = 0.$$

Wird zur Vereinfachung gesetzt:

$$\Sigma \mathfrak{S} \cdot \mu \frac{s}{f} = A;\ \Sigma \mu^2 \cdot \frac{s}{f} = B;\ \Sigma \mu \cdot \mu_1 \cdot \frac{s}{f} = C;$$

$$\Sigma \mathfrak{S} \cdot \mu_1 \cdot \frac{s}{f} = D;\ \Sigma \mu_1^2 \cdot \frac{s}{f} + \frac{l_1}{q} = F,$$

dann gehen die Gleichungen 6 und 7 über in:

$$A + B \cdot H + C \cdot H_1 = 0 \text{ und}$$

$$D + C \cdot H + F \cdot H_1 = 0, \text{ und daraus ergiebt sich:}$$

$$H = \frac{A \cdot F - C \cdot D^2}{C^2 - B \cdot F};\ H_1 = \frac{B \cdot D - C \cdot A}{C^2 - B \cdot F}.$$

Aus diesen beiden Gleichungen lassen sich die beiden Unbekannten des statisch unbestimmten Stabsystemes für jede beliebige lothrechte Belastung berechnen, wenn vorher die diesem Belastungszustande entsprechenden Werthe von $\mathfrak{S}$ wie für einen Balken auf zwei Stützen mit wagerechter Auflagerung bestimmt und μ und μ_1 bekannt sind.

Auf die weitere Durchführung der Berechnung der Bogenträger soll nicht näher eingegangen werden, sie erfolgte theils auf zeichnerischem, theils auf rechnerischem Wege. Namentlich wurden die Spannungen in den Bogenstäben für eine wagerechte und eine lothrechte Seitenkraft des Auflagerdrucks sowie die Stabspannungen für Eigengewicht und Winddruck zeichnerisch ermittelt. Jedoch wurden die Ergebnisse stets durch Berechnung einzelner Stabspannungen nachgeprüft.

Die Widerlager. Wie bereits oben angegeben worden ist, herrschte bei dem Entwurf der Grünenthaler Brücke das Bestreben, dem Bauwerk eine monumentale Wirkung zu geben. Dementsprechend sind auch die Widerlager unter Aufwendung gröfserer Mittel und reicherer Gliederung theils aus Granitwerksteinen, theils aus Ziegelsteinen unter Verwendung von guten Verblendsteinen für die Ansichtsflächen gebildet. Die Architektur der Widerlager ist von dem damaligen Regierungs- und Baurath, jetzigen Geheimen Ober-Baurath Eggert im Ministerium der öffentlichen Arbeiten in Berlin entworfen. Die Gesamtlänge jedes Widerlagers beträgt rund 39,50 m, sie ist so grofs geworden, weil der Fufs des Böschungskegels um 3 m hinter die Hinterkante des vorderen Widerlagerpfeilers zurücktritt. Dieser Pfeiler steht frei aufserhalb der Dammböschung, erscheint dem Beschauer, entsprechend seiner Bedeutung als Auflager der eisernen Bogen, als einziger Pfeiler des Widerlagers und nimmt mit seinen kräftig gestalteten Thürmen, die in ihrer Krone den Scheitel der Bogen noch um rund 7,5 m überragen, den herrschenden Platz im Gesamtbilde der Brücke ein. Der in die Dammböschung hineinreichende Theil der Widerlager besteht aus zwei Pfeilern, die durch Gewölbe mit einander verbunden sind, erscheint aber äufserlich als volle Mauer. Die Breite der Widerlager beträgt am hinteren Ende rund 19,20 m, die auf dem eisernen Ueberbau gemeinsamen Fahrbahnen der Eisenbahn und der Wege konnten infolge dessen bereits auf den Widerlagern auseinander geführt werden, wodurch die ohnehin lästige gemeinsame Fahrbahnstrecke möglichst verkürzt wurde. Die Fahrbahn auf den Widerlagern ist mit schwedischen Reihenpflastersteinen gepflastert, die erhöhten Fufswege sind mit Solinger Sandsteinplatten von 8 bis 10 cm Stärke abgedeckt, zu den Bordschwellen ist jedoch Granit verwandt worden. Die drei Pfeiler jedes Widerlagers bestehen je aus zwei Theilen, die durch Gurtbogen mit einander verbunden sind. Oberhalb der Gurtbogen ist zwischen den vorderen und den mittleren Pfeiler ein 13,27 m weites und zwischen Mittel- und Hinterpfeiler ein 9,50 m weites Gewölbe gespannt. Die Nebenöffnung ist indessen durch eine Schildmauer verdeckt, da der Erdkegel sonst die Oeffnung in einer sehr unschön wirkenden Linie durchschnitten haben würde. Diese Schildmauern reichen nicht bis zum Fufs der Pfeiler, sondern sie stützen sich unterhalb der Böschungen auf je einen zwischen Mittel- und Endpfeiler eingewölbten Bogen. Aus den Text-Abb. 276 bis 278 sind die Einzelheiten der Widerlager zu ersehen.

Die Hauptpfeiler, deren äufsere Fronten durch vier unter dem Hauptgesims angebrachte, in grofsen Verhältnissen entworfene Wappenschilde noch besonders geschmückt sind, wurden der ihnen zufallenden Aufgabe entsprechend kräftig gestaltet. Sie erhielten auch unter Ausschlufs von inneren Hohlräumen möglichst viel Masse, damit die ungleichmäfsige Beanspruchung des Baugrundes, die des bedeutenden Wechsels des Bogenschubes wegen nicht ganz vermieden werden konnte, innerhalb möglichst enger Grenzen blieb.

Die Stärken der Pfeiler und Gewölbe sind auf zeichnerischem Wege ermittelt worden. Dabei wurden die Grundflächen der Pfeiler so gewählt, dafs die Beanspruchung des Baugrundes auch unter den ungünstigsten Belastungsannahmen nicht über 5 kg für das qcm hinausgeht, zumeist aber nur

3,5 kg beträgt. Daſs eine solche Belastung des Baugrundes zulässig ist, war durch Versuche festgestellt worden. Da die oberen Bodenschichten eine wagerechte Lagerung zeigten und ihre Tragfähigkeit in den verschiedenen Höhenlagen dieselbe blieb, so bot eine tiefere Hinabführung der Widerlager keinen Vortheil. Die Hauptpfeiler wurden daher 2,63 m, die zum gröſsten Theil in den Böschungskegeln steckenden Mittel- und Endpfeiler 2 m unter der Geländeoberfläche gegründet. In den Gurtbögen und Gewölben sind Pressungen bis zu 25 kg zugelassen, unter den Werksteinen, gegen die sich die Bogen stützen, erhält das Mauerwerk Druckbeanspruchungen bis zu 16 kg. Zu den stark gepreſsten Mauerwerktheilen wurden durchweg Hartbrandsteine von vorzüglicher Beschaffenheit verwandt.

Abb. 276. Längenschnitt durch ein Widerlager.

Die Ansichtsflächen der Widerlager sind, soweit sie keine Quaderverblendung erhalten haben, mit Ziegelsteinen von kräftigrother Farbe, deren frischer Ton sich vortheilhaft gegen die helleren Farben der Quader abhebt, verblendet; alle zu den Brüstungen, Gesimsen und Bekrönungen verwandten Quader entstammen den Brüchen der Blauberger

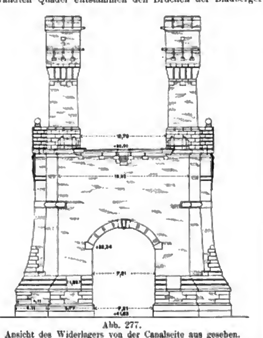
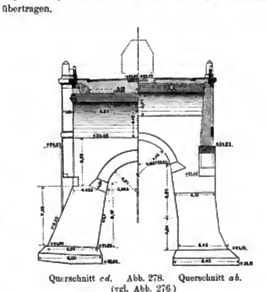


Abb. 277.
Ansicht des Widerlagers von der Canalseite aus gesehen.

Granitwerke in Bayern. Die Farbe und die äuſsere Behandlung der Quader wechselt mit der zunehmenden Höhe des Bauwerks. Der Sockel besteht aus grobkörnigem, rauh gestocktem Granit von grau-gelber Farbe, darauf folgen grobkörnige dunkelblaue Werksteine. In Höhe der Fahrbahn und in den höher gelegenen Theilen ist der Granit von hellblauer Farbe, feinkörnig und auch fein gestockt. Die Wappenschilde sind aus Oberkirchener Sandstein hergestellt. Sie sind 2,10 m breit und 4,33 m hoch und bestehen je aus drei Platten von 70 bis 85 cm Stärke. Die Bildhauerarbeiten der Wappen wurden auf der Baustelle ausgeführt. Sodann wurden die einzelnen Platten in einer im Pfeiler ausgesparten Nische ohne weitere Verbindung auf einander gesetzt, sie stehen in der Nische frei und ohne jede Verbindung mit dem Mauerwerk. Bewegungen und Setzungen im Mauerwerk können sich daher auf das Wappenschild nicht übertragen. Die Last der unmittelbar über den Schilden befindlichen Quader wird durch eiserne Zwillingsträger, die in einem in der Unteransicht der Quader ausgearbeiteten Schlitz liegen, aufgenommen und auf das seitliche Mauerwerk übertragen.



Querschnitt *cd*. Abb. 278. Querschnitt *ab*.
(vgl. Abb. 276.)

Die unter der Bodenhöhe befindlichen Mauerwerktheile der Widerlager bestehen aus Beton von der Zusammensetzung 1 Cement, $3^1/_2$ Sand und 6 Granitsteinschlag, der fest ein-

gestampft worden ist. Im übrigen sind die Widerlager abgesehen von den Werksteinen und den Ausfüllungen der grofsen inneren Hohlräume aus Ziegelmauerwerk in Cementmörtel von der Mischung 1:3 hergestellt. Diese Hohlräume lagen im wesentlichen über den Gewölben, sie wurden mit einem, aus 1 Theil Cement und 9 Theilen Sand bestehenden Beton ausgefüllt, unter den Thürmen wurde die Mischung jedoch zu 1:7 genommen, damit sie bei dem schnellen Aufbau der Thürme eine ausreichend sichere Unterlage bot. Die über den Gewölben ansteigenden Stirn- und Verblendmauern bestehen ebenfalls zum grofsen Theil aus Sandbeton von der Mischung 1:9. Die äufsere Haut dieser Mauern besitzt theilweise nur eine Stärke von zwei Steinen, zur besseren Verbindung zwischen dem Ziegelmauerwerk und dem Sandbeton greifen jedoch eine grofse Anzahl mit der Aufsenmauer im Verbande aufgemauerter Strebepfeiler in den Betonkörper ein. Ein Theil der Mauern ist jedoch in gröfserer Stärke als zwei Stein aus Ziegeln hergestellt, z. B. die nach dem Canal zu gelegene Stirnmauer des Hauptpfeilers der Widerlager. Die Oberfläche des Sandbetons hat eine wasserdichte Schutzdecke aus Asphaltplatten, die von Büsscher u. Hoffmann in Eberswalde bezogen wurden, erhalten. Im übrigen ist der über dem Sandbeton verbleibende Raum bis zur Fahrbahn mit wasserdurchlässigem Sande ausgefüllt. Das auf dem Asphaltbelag sich ansammelnde Wasser fliefst durch gufseiserne Muffenrohre, die senkrecht durch die Scheitel der die beiden Theile jedes Pfeilers verbindenden Gurtbögen hindurchgehen, ins freie ab. Die Rohre sind bis zur Fahrbahnhöhe verlängert, sodafs sie bei Reinigungen ein bequemes Durchstofsen gestatten.

A Schuppen zur Bearbeitung der Sandsteine, B Bureau der Maschinenbau-Actiengesellschaft in Nürnberg, C Cementschuppen, D Locomobile und Dynamomaschine, E Elevator, L Locomobile, M Mörtelmischmaschine, W Krahnwagen, —·—·· elektrische Leitung.

Abb. 279. Lageplan der Brückenbaustelle bei Grünenthal.

Die Bauausführung. Mit der Herstellung der Dämme wurde im Frühjahr 1889 begonnen. Zu den Dammschüttungen wurden vorzugsweise die bei dem Canalaushub gewonnenen sandigen Bodenmassen verwandt. Da indes die sandigen Schichten grofsentheils mit Mergel stark durchsetzt waren und es bei dem grofsen Erdarbeits-Betriebe ausgeschlossen war, den Mergel ganz auszusondern oder ihn so einzubauen, wie es für die Haltbarkeit des Dammes am zweckmäfsigsten gewesen wäre, waren Abrutschungen in den Böschungen nicht überall zu vermeiden. Solche sind denn auch in gröfserer Zahl vorgekommen, sie haben jedoch nirgendwo einen gröfseren Umfang angenommen. Die gröfste abgerutschte Bodenmenge hat rund 5000 cbm betragen, und die Dämme haben sich, nachdem an Stelle der abgerutschten Massen reiner Sand und Kiesboden eingebaut worden war, als durchaus standfest erwiesen. Die Anschüttung der Dämme erfolgte mit Erdzügen, die aus 30 Wagen mit einem Inhalt von je 3 cbm gewachsenen Bodens gebildet waren und bis zu Steigungen von 1:70 von zwei Locomotiven von je 120 ind. Pferdekräften und je 16,6 t Dienstgewicht gezogen werden konnten.

Die kleineren Durchlässe wurden so zeitig hergestellt, dafs sie die Dammschüttungen in keiner Weise behinderten, dagegen konnte mit der Ausführung des Gieselau-Durchlasses erst im Juni 1890 begonnen werden, weil die Festsetzung des endgültigen Entwurfs bei der bereits oben dargelegten Schwierigkeit der Verhältnisse längere Zeit erfordert hatte. Als der Durchlafs fertig gestellt war und Ende August 1891 die Dammschüttung die Höhe von 15 m über dem Scheitel desselben erreicht hatte, wurde zuerst eine merkbare Setzung des Bauwerks festgestellt. Die Setzung nahm mit dem weiteren Fortschritt der Erdarbeiten zu und betrug bei der Beendigung der Dammschüttung in den mittleren Bauwerktheilen 11 cm, an den Stirnen 2 bis 2,5 cm. So lange der frisch angeschüttete Damm sich noch senkte, gingen auch die Bewegungen des Durchlasses noch weiter, sie verringerten sich jedoch allmählich. Etwa ein halbes Jahr nach der Fertigstellung des Dammes wurde festgestellt, dafs in der Mitte des Bauwerks eine Gesamtsenkung bis zu 15,5 cm, an den Stirnen bis zu 3,5 cm stattgefunden hatte. Die nördlichen Bauwerktheile hatten sich entsprechend dem gröfseren, auf sie einwirkenden Erddruck um 1,5 bis 2,5 cm mehr gesenkt als die südlichen. Ziemlich rasch nach Beginn der Setzungen zeigten sich auch Risse in der inneren Leibung, und zwar zunächst je im Drittel des mittelsten Bauwerktheiles, bald darauf aber auch in den Seitentheilen. Die letzteren Risse waren ziemlich fein, zum gröfsten Theil nur Haarrisse, und erweiterten sich auch nicht, während die beiden mittleren Risse allmählich bis 3 cm breit wurden. Sämtliche Risse verliefen senkrecht zur Längsachse des Durchlasses und traten in den

beiden Oeffnungen gleichmäfsig auf; Längsrisse sind nicht beobachtet worden. Die bei der Ausführung des Mauerwerks offen gelassenen Fugen zwischen den einzelnen Bauwerktheilen haben sich in der Mitte durchgehend um 1 bis 2 cm erweitert, während die Bewegungen an den Enden kleiner waren. Einige Monate nach Beendigung der Schüttung kam der Durchlafs zur Ruhe, nach Ablauf eines Jahres wurden sämtliche Fugen mit Cement vergossen, und seitdem sind neue Fugen nicht entstanden.

Einen ernstlicheren Schaden als durch diese ganz bedeutungslosen Risse erfuhr der Durchlafs durch die Loslösung des oberen Theils der nördlichen Stirnwand, die bei den letzten Schüttungsarbeiten eintrat. Zunächst entstand ein Rifs von 3 cm gröfster Stärke in der inneren Gewölbeleibung, und zwar am Anschlufs der aus Quadern hergestellten Stirnverkleidung an das Ziegelgewölbe. Der Rifs war im Scheitel am gröfsten, verlief nach dem Mittelpfeiler hin nur bis zur Kämpferhöhe, war jedoch in beiden Seitenmauern bis zur Durchlafssohle zu verfolgen. Die Weite des Risses erweiterte sich in kurzer Zeit bis auf 11 cm, die Stirnwand wich immer mehr aus dem Loth und zeigte bald auch ihrerseits einige Risse, und schliefslich löste sich der Gewölbebogen von der Stirnwand. Deshalb wurde die gefährdete Stirn durch einige, in das Gewölbe gestellte Lehrbögen sowie durch kräftige Holzstreben sicher abgestützt und zunächst abgewartet, bis die Bewegungen im Bauwerk zur Ruhe gekommen waren. Als dies im Herbst 1892 der Fall war, wurde die Stirn von neuem hergestellt, indem das Mauerwerk bis zu den Rissen abgetragen und im Loth wieder aufgeführt wurde. Seitdem sind weitere Schäden an dem Bauwerk, das unter so ungünstigen Verhältnissen hergestellt werden mufste und seiner eigenartigen Ausbildung wegen nur verhältnifsmäfsig geringe Geldmittel erfordert hat, nicht eingetreten, es genügt vielmehr allen Anforderungen.

Die Vergebung der Arbeiten für den Ueberbau und die Widerlager der Hochbrücke erfolgte ungefähr gleichzeitig im Winter 1890/91, nachdem der Entwurf festgestellt und sowohl von der Landespolizeibehörde wie von der preufsischen Eisenbahnverwaltung als Eigenthümerin der Westholsteinischen Eisenbahn genehmigt worden war. Der Ueberbau wurde der Brückenbauanstalt Gustavsburg bei Mainz, einer Filiale der Maschinenbau-Actiengesellschaft „Nürnberg" in Nürnberg auf Grund eines im öffentlichen Verdingungsverfahren abgegebenen Mindestangebotes, die Herstellung der Widerlager dem Unternehmer des Erdarbeiten-Loses Nr. VI einschliefslich der Lieferung der erforderlichen Baustoffe freihändig übertragen.

Mit den Ausschachtungsarbeiten für die Gründung der Widerlager wurde Anfang Mai 1891 begonnen. Ende Juli des nächsten Jahres waren die Maurerarbeiten vollendet und Ende September auch sämtliche Rüstungen von den Widerlagern entfernt.

Die Anfuhr der zum Brückenbau erforderlichen Baustoffe wurde dadurch sehr erleichtert, dafs die Westholsteinische Eisenbahn etwa 1 km von der Baustelle entfernt eine Haltestelle angelegt hatte, die mit dieser durch Arbeitsgleise verbunden war. Auf der Haltestelle war ein Krahn von 9 t Tragfähigkeit aufgestellt, der imstande war, die schwersten zu den Widerlagern verwandten Quader zu heben. Dies waren die aus einem Stück hergestellten Auflagersteine der Bogen, die bei 3 cbm Inhalt das oben angegebene Gewicht nahezu erreichten und je die Ladung eines gewöhnlichen Eisenbahnwagens ausmachten. Die schwersten Theile des Ueberbaues, die Bogenanfangsstücke, überschritten das Gewicht von 7,5 t nicht, die übrigen Theile wogen nur bis zu 5 t. Die Anlage der Lagerplätze und der Gleise ist aus der Text-Abb. 279 zu ersehen. Danach beschränkte sich die Brückenbauanstalt auf das im Canalquerschnitt gelegene, durch Ausschachtung auf die Höhe + 32,8 gebrachte Gelände, während der Unternehmer der Maurerarbeiten die aufserhalb des zukünftigen Canals liegenden Flächen in Benutzung nahm.



Abb. 280. Hochbrücke bei Grünenthal. (Stand der Arbeiten am 24. Februar 1892.)

Zum Versetzen der zahlreichen schweren Werksteine am Unterbau der Hauptpfeiler wurden Gerüste aufgestellt, die einem aus zwei verdübelten und armirten Holzträgern gebildeten, mit einer Laufkatze versehenen Krahnwagen als Unterstützung dienten. Für den weiteren Aufbau der Widerlager wurden leichtere Gerüste nach Bedürfnifs aufgestellt, die End- und Mittelpfeiler jedoch ohne Gerüste bis zur Höhe der Gurtbogenkämpfer aufgemauert. Die Hauptgesims- und die

Brüstungsquader sowie sämtliche Werksteine für die Thurmaufbauten wurden mit den Erdförderzügen, die im Juli 1892 zur Beförderung der letzten Bodenmengen nach beiden Zweigen der Eisenbahnverlegung über die schon soweit fertig gestellten Ueberbauten fuhren, auf die Fahrbahn der beiden Widerlager gebracht und von dort an ihre Verwendungsstelle geschafft. Für die Thürme wurden dabei kleinere Versetzgerüste hergestellt.

Der zu dem Mauerwerk verwandte Mörtel wurde in geneigt stehenden Trommeln trocken gemischt und so mittels Hebewerken, die von der Maschinenbauanstalt von Gauhe, Gockel und Co. in Oberlahnstein a/Rhein bezogen waren, auf die gegen Schlufs der Arbeiten sehr bedeutenden Arbeitshöhen gefördert. An jedem Widerlager waren zwei Hebewerke aufgestellt, die von einer sechspferdigen, für die erforderliche Leistung etwas zu schwach gewählten Maschine in Bewegung gesetzt wurden. Jedes Hebewerk konnte bei zehnstündiger Arbeitszeit gleichzeitig bis 15 000 Ziegelsteine und 7,5 cbm Mörtel fördern. Das Wasser wurde dem Mörtel erst auf der Verwendungsstelle, wo es aus einer auch den Zwecken des Erdarbeitenbetriebes dienenden Leitung entnommen wurde, zugesetzt.

Die beiden Widerlager enthalten zusammen in abgerundeten Zahlen: 2100 cbm Steinschlagbeton, 11 100 cbm Ziegel- und Klinkermauerwerk, 1140 cbm Werksteine und 2550 cbm Sandbeton. Die Kosten der Widerlager haben rund 900 000 ℳ betragen.

Die Arbeiten zur Herstellung des Ueberbaues der Brücke begannen in der Brückenbauanstalt Ende Mai 1891; Anfang 1892 wurden auch die letzten der wichtigeren Theile nach der Baustelle versandt. Sämtliche Einzeltheile der Brücke wurden auf Zulageböden zusammengebaut und so gebohrt. Dabei mufsten die Bogen in drei Theilen zugelegt werden, weil der vorhandene Raum nicht gestattete, die Zulage in einem Stück zu bewirken. Bei der Anordnung der Stöfse und der sonstigen Verbindungen wurde der gröfste Werth darauf gelegt, dafs möglichst grofse Stücke in der Brückenbauanstalt einschl. der Vernietung vollständig fertig gestellt werden konnten, sodafs nur wenig Nietarbeit auf der Baustelle auszuführen war. Die Aufstellung des Ueberbaues erfolgte mit Hülfe von festen Gerüsten, die theils aus Holz, theils aus Eisen bestanden, wie die Text-Abb. 280 erkennen läfst.

Berechnet war das Aufstellungsgerüst für eine Belastung mit 940 t Eisengewicht und für einen Winddruck von 120 kg auf das qm. Bei dem orkanartigen Sturm vom 10. December 1891 hat es sich durchaus bewährt.

Das Heben der Eisentheile von dem auf der Höhe + 32,80 liegenden Lagerplatze, Text-Abb. 279, bis zur Verwendungsstelle geschah mit Hülfe von drei auf dem Gerüst laufenden Krahnwagen, von denen der 13 m hohe mittlere und die beiden 17 m hohen seitlichen je so ausgebildet waren, dafs der Querschnitt des eisernen Ueberbaues innerhalb ihres Wirkungskreises überall in ihnen Platz fand. Die Krahnwagen wurden elektrisch angetrieben, der benöthigte Strom wurde von einer zwölfpferdigen Locomobile, die auf dem Lagerplatze aufgestellt war und auch noch vier Bogenlampen mit Strom versorgte, hergestellt.

Die Aufstellung des Ueberbaues begann mit dem Verlegen der unteren Gurtungen beider Bogen, die sich an den Brücken-Enden auf das Gerüst stützten, im mittleren Theil der Brücke aber von den vorher verlegten Querträgern und den zugehörigen Hängestäben getragen wurden. Nachdem die unteren Gurtungen in der vollen Länge zusammengesetzt waren, wurden zunächst die Wandglieder eingebaut, dann die oberen Gurtungen verlegt und hierauf die Querversteifungen und die Windverbände der Bogen eingebracht. Ehe diese Arbeiten ganz zu Ende waren, wurde bereits mit den Nietarbeiten begonnen. Als diese Anfang März 1892 vollendet waren, wurden die Bogen bei 1° C. auf ihre Widerlager abgelassen, hierbei senkten sie sich in der Mitte um 33 mm. Das Zusammenbauen der Bogen hatte Dank der sowohl in der Werkstatt wie bei den Aufstellungsarbeiten bethätigten Sorgfalt und Sachkenntnifs des ausführenden Werkes keinerlei Schwierigkeiten gemacht. Insbesondere konnten die beim Schliefsen der Bogen sich herausstellenden kleinen Längenunterschiede, die nur bis 1 cm betrugen, durch entsprechendes Abnehmen der zwischen den zweitheiligen Lagerstühlen angeordneten Stahlkeile ausgeglichen werden.

Am 2. October 1892 benutzten die ersten Fuhrwerke die neuen Strafsenstrecken und die Brücke, die Belastungsproben fanden am 4. und 5. November statt, und vom 15. December an leitete die Eisenbahn die Züge über den neuen Weg. Seine Majestät der Kaiser besuchte am 9. November 1892 die Baustelle, der von Seiner Majestät benutzte Zug war zugleich der erste regelmäfsig zusammengesetzte Eisenbahnzug, der die neue Strecke und die Brücke befahren hat.

Die Gesamtkosten der Hochbrücke bei Grünenthal nebst ihren Rampen und sonstigen Nebenanlagen haben rund 2 040 000 Mark betragen. In dieser Summe sind jedoch die Kosten der Dammanschüttungen nicht enthalten, da diese Dämme von dem Unternehmer des Erdarbeitenloses VI ohne besondere Entschädigung mit den aus dem Canalquerschnitt ausgehobenen Bodenmengen hergestellt wurden. Der Gieselau-Durchlafs hat dabei die Aufwendung von rund 125 000 Mark erfordert, während der Ueberbau der Hochbrücke rund 600 000 Mark gekostet hat. Er enthält 1236 t Schweifseisen zu einem Einheitspreise von 436,50 Mark, und 274 cbm Eichenholz zu je 160 Mark, aufserdem rund 28 t Eisengufsstücke und 12,5 t Stahlgufsstücke.

(Fortsetzung folgt.)

Druckfehler-Berichtigungen.

Seite 393, 9. Zeile v. o. lies: kunstlose statt künstliche.
„ 397, 17. Zeile v. u. lies: 80 cm Durchmesser statt 60 cm Durchmesser.
„ 391, 17. Zeile v. u. in der Tabelle, rechte Hälfte, lies: März 4 statt März 3.
„ 396, 25. Zeile v. u. lies: 6 m lang statt 7 m lang.

Halle (Saale), Buchdruckerei des Waisenhauses.


UNIVERSITY OF CALIF
YH 01641

